3 1761 06705453 6

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

SAPORTA ET MARION

L'ÉVOLUTION DU RÈGNE VÉGÉTAL

★ ★

PHANÉROGAMES

B. WESTERMANN & CO.
838 BROADWAY
NEW-YORK

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

LIII

BIBLIOTHEQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

Volumes in-8, reliés en toile anglaise. — Prix : 6 fr.
en demi-reliure d'amateur, 10 fr.

DERNIERS VOLUMES PARUS :

J.-L. De Lanessan. INTRODUCTION A LA BOTANIQUE. LE SAPIN, avec 103 figures dans le texte. . . . . 6 fr.
Mantegazza. LA PHYSIONOMIE ET L'EXPRESSION DES SENTIMENTS, avec figures et 8 planches hors texte . . . . . 6 fr.
De Meyer. LES ORGANES DE LA PAROLE, 1 vol. avec 51 figures. 6 fr.
Stallo. LA MATIÈRE ET LA PHYSIQUE MODERNE. 1 vol. . . . . 6 fr.
Edm. Perrier. LA PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE AVANT DARWIN. 1 vol. 2e édit. 6 fr.
J. Lubbock. LES FOURMIS, LES ABEILLES ET LES GUÊPES. 2 vol. avec 65 fig. dans le texte et 13 planches en noir et en couleurs . 12 fr.
Young. LE SOLEIL, avec 86 figures. 1 vol. . . . . 6 fr.
Alph. de Candolle. L'ORIGINE DES PLANTES CULTIVÉES. 1 vol. 2e édit. 6 fr.
James Sully. LES ILLUSIONS DES SENS ET DE L'ESPRIT. 1 vol. . . 6 fr.
Charlton Bastian. LE CERVEAU ET LA PENSÉE. 2 volumes, avec 184 figures dans le texte . . . . . 12 fr.
De Saporta et Marion. L'ÉVOLUTION DU RÈGNE VÉGÉTAL. *Les cryptogames.* 1 vol., avec 85 figures dans le texte. . . . . 6 fr.
O.-N. Rood. THÉORIE SCIENTIFIQUE DES COULEURS et leurs applications à l'art et à l'industrie. 1 vol., avec 130 figures dans le texte et une planche en couleurs . . . . . 6 fr.
Roberty. LA SOCIOLOGIE, 1 vol. 2e édit. . . . . 6 fr.
Th.-H. Huxley. L'ÉCREVISSE, introduction à l'étude de la zoologie, avec 82 figures. 1 vol. . . . . 6 fr.
Herbert Spencer. LES BASES DE LA MORALE ÉVOLUTIONNISTE. 1 volume in-8. 3e édition. . . . . 6 fr.
R. Hartmann. LES PEUPLES DE L'AFRIQUE. 1 vol. avec 91 figures dans le texte, et une carte des races. 2e édit. . . . . 6 fr.
Thurston. HISTOIRE DE LA MACHINE A VAPEUR, revue, annotée et augmentée d'une Introduction par *J. Hirsch.* 2 vol., avec 140 fig. dans le texte, 16 planches tirées à part et nombreux culs-de-lampe. 12 fr.
A. Bain. LA SCIENCE DE L'ÉDUCATION. 1 vol. 4e édition. . . . . 6 fr.
N. Joly. L'HOMME AVANT LES MÉTAUX. Avec 150 figures. 3e édition. 6 fr.
Secchi. LES ÉTOILES. 2 vol., avec 60 figures dans le texte et 17 planches en noir et en couleurs, tirées hors texte. 2e édition. . 12 fr.
Wurtz. LA THÉORIE ATOMIQUE. 1 vol., avec une planche. 4e édit. 6 fr.

VOLUMES SUR LE POINT DE PARAÎTRE :

R. Hartmann. LES SINGES ANTHROPOMORPHES, avec figures.
Romanes. L'INTELLIGENCE DES ANIMAUX.
Berthelot. LA PHILOSOPHIE CHIMIQUE.
O. Schmidt. LES MAMMIFÈRES DANS LES TEMPS PRIMITIFS.

L'ÉVOLUTION

DU

RÈGNE VÉGÉTAL

LES PHANÉROGAMES

PAR

G. DE SAPORTA
Correspondant de l'Institut de France.

A.-F. MARION
Professeur à la Faculté des sciences de Marseille.

Ouvrage illustré de 136 figures dans le texte.

TOME SECOND

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1885
Tous droits réservés

2

L'ÉVOLUTION

DES

PHANÉROGAMES

CHAPITRE VI

STADE ANGIOSPERMIQUE — ORIGINE ET ÉVOLUTION PARTICULIÈRE DES MONOCOTYLÉES

Les Monocotylées représentent une branche moins féconde en rameaux successifs, par cela même moins évoluée, que la branche parallèlement émise des Dicotylées. Plus hâtivement fixée et moins particularisée, elle s'est constituée à une époque plus lointaine, en se détachant de la souche ancestrale étudiée dans le chapitre précédent. Inférieure à certains égards, elle serait donc aînée, si l'on invoque la date probable de son autonomie; elle n'a jamais atteint, malgré tout, qu'à un moindre degré de complexité organique. Les différenciations graduellement acquises, qui ont de tant de manières affecté l'autre série, ont fait ici défaut dans une proportion plus ou moins marquée, sans que leur absence ait été entièrement compensée par des combinaisons équivalentes.

Les Monocotylées répondent, on peut le dire, à une catégorie végétale basée principalement sur des caractères négatifs. Par cela même, elles sont moins écartées de la souche dont elles proviennent. — Ainsi leur plan caulinaire tient surtout à l'absence d'une zone cambienne réunissant en un anneau permanent les faisceaux primaires; leur plan foliaire dépend d'une évolution

moins exclusive, plus incomplète si l'on veut, de l'appendice ou gaine originaire. Il a suffi de la persistance de cette partie vaginale et du moindre développement ou même de l'avortement de la partie limbaire, qui, à elle seule, constitue presque toute la feuille dicotylée, pour produire la feuille normale du groupe que nous considérons. Enfin, la structure de l'embryon monocotylé résulte visiblement d'un arrêt partiel ayant pour effet le développement exclusif, au sein de l'ovule, de l'un des cotylédons aux dépens de l'autre qui persiste à l'état rudimentaire jusqu'à la germination.

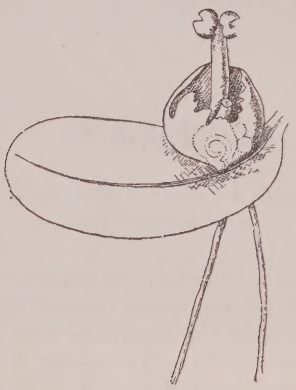

Fig. 107. — Plante fructifiée de *Lemna*; pour montrer la simplification régressive d'un type de Monocotylée aquatique. — L'embryon et le contour pointillé de l'ovaire sont vus par transparence; figure grossie.

Si l'évolution n'était pas, à nos yeux, un phénomène multiple, lentement élaboré, conduisant à des effet très divers et de nature à voiler, sous des apparences trompeuses, les véritables opérations, ou ramenant au contraire à des résultats analogues par de nombreux détours, il ne tiendrait qu'à nous de laisser de côté les liens d'ancienne parenté qui rattachent visiblement les deux classes et de nous renfermer exclusivement dans celle que nous avons en vue. Il serait alors facile de trouver dans les Lemnacées l'exemple d'un type de Monocotylée, réduit à un tel état de simplicité organique, que c'est à peine si on peut le dire phanérogame, tellement sa conformation extérieure le rapproche

des plantes les moins élevées. Les Lemnacées flottent sur les étangs où vivent entièrement submergées; elles n'ont pas de tige ni de feuilles distinctes, mais une sorte de disque thalloïde de nature ambiguë, d'où émergent les organes de la reproduction, réduits aux seules parties indispensables. C'est là effectivement un exemple du degré extrême de réduction que les Phanérogames ont dû présenter à un moment donné de leur existense antérieure, et la liaison de ce petit groupe à celui des Aroïdées qui répond à l'un des stades les plus anciennement fixés, chez les Monocotylées, appuierait l'opinion de ceux qui verraient dans les Lemnacées des représentants des premières ébauches angiospermiques. Il est plus naturel de reconnaître en elles un type simplifié par le fait d'une adaptation régressive à la vie aquatique. Ce fait est de nature pourtant à nous faire saisir une image de ce que nous observerions dans un passé très reculé, s'il nous était donné de remonter à l'origine des groupes les plus évolués et de saisir leur point de départ. Les Lemnacées ne sont presque plus des Angiospermes, ni même des Phanérogames, bien qu'elles comprennent encore les éléments essentiels de la fleur, un seul carpelle accompagné d'une ou deux étamines naissant de l'axe. Mais il est probable qu'une réduction pareille a été l'effet d'un retour en arrière et, en définitive, les Lemnacées seraient des Pistiacées extrêmement réduites, de même que celles-ci représentent des Aroïdées appauvries; mais la parenté de ces dernières avec l'ensemble des Dicotylées se manifeste par la nervation de leurs feuilles, et l'on revient ainsi, après un détour, à cette idée d'un état primitif et antérieur d'où les Monocotylées et les Dicotylées seraient également sorties, en ne cessant depuis de diverger les unes par rapport aux autres.

Les Monocotylées sont pour nous des plantes qui auraient arrêté les traits de leur structure organique, du moins les principaux d'entre eux, dans des conditions évolutives assez peu avancées relativement, circonstance qui aurait ensuite influé sur l'ensemble de leur développement ultérieur. Moins favorisées dans leur marche, elles ont atteint plus difficilement la puissance, et les combinaisons auxquelles elles ont donné lieu sont demeurées, par cela même, moins fécondes et moins variées. Pourtant, les Monocotylées se sont adaptées à des milieux très

divers; par certains de leurs groupes, elle se sont multipliées jusqu'à devenir triviales, tout en demeurant confinées le plus souvent dans un état de subordination relative. Moins souples que les Dicotylées, elles ont toujours exigé plus de chaleur pour devenir caulescentes, et leur splendeur véritable, qui tient à la présence d'un assez petit nombre de types, parmi lesquels celui des Palmiers occupe le premier rang, a uniquement dépendu de combinaisons d'un ordre spécial, acquises par l'organisme dans des conditions déterminées. Cette splendeur, en un mot, présente en soi quelque chose d'accidentel, et elle se trouve l'apanage exclusif des époques et des contrées favorisées par une haute température.

Il y a donc eu quelque chose de moins universel dans l'expansion de cette classe de végétaux, comparée à celle de la catégorie qui lui est partout associée. D'autre part, dans les limites relativement restreintes où leur évolution les a placées, les Monocotylées, une fois particularisées, ont marché parallèlement aux Dicotylées, en donnant lieu à des phénomènes absolument analogues d'extension, de différenciation et de complexité, soit en ce qui concerne les ordres et les genres, soit en ce qui tient à l'ordonnance florale, aux particularités de soudure et d'avortement constitutives de l'appareil sexué. Sur tous ces points, les processus respectifs ont été les mêmes, en sorte que, pour éviter d'inutiles répétitions, nous ne prendrons dans l'évolution des Monocotylées que les seuls phénomènes qui lui sont spéciaux, réservant les autres pour le chapitre suivant, qui traitera des Dicotylées.

Si l'on veut comprendre les Monocotylées, en tant que groupe distinct, et saisir le sens du mouvement auquel leur évolution particulière a obéi, il faut considérer successivement leur plan caulinaire, leur type foliaire, ce qui touche à la structure intime de leurs organes reproducteurs et au processus embryonnaire, enfin l'ordonnance florale. Passons une revue rapide de ces divers points.

L'absence de zone cambiogène ou génératrice permanente est universelle, chez les Monocotylées, dans les faisceaux primaires descendus des feuilles. Ceux-ci, généralement nombreux pour chaque feuille, par suite de la structure le plus souvent amplexicaule de ce dernier organe, sont donc des faisceaux « fermés »,

destinés à rester à tout jamais ce qu'ils étaient à l'origine. Ils descendent librement et profondément, dépassant dans cette direction la longueur de plus d'un entrenœud ou intervalle allant d'une feuille à l'autre. On conçoit que cette indépendance réciproque donne lieu à des combinaisons, à des entrecroisements et à des anastomoses. C'est en cela en effet que consiste la constitution propre des tiges monocotylées ; et les plus fermes, les plus érigées, ont dû certainement leur puissance au mode d'agencement des faisceaux émis inférieurement et passant des feuilles dans l'intérieur de la tige, à mesure que celles-là se succèdent au sortir du bourgeon. La tige devient ainsi la résultante de ces émissions de faisceaux foliaires. De plus, les faisceaux, le plus souvent très nombreux (il peut y en avoir au delà d'une centaine), d'une même trace ou provenance foliaire [1], une fois à l'intérieur de la tige, ne s'y engagent pas uniformément; les médians dans leur trajet s'avançent plus loin et tracent en se recourbant, pour reprendre la verticale, une ligne plus convexe que les latéraux; et, comme cette marche inclinée, d'abord oblique, puis repliée sur elle-même et se dirigeant par une course inverse vers la périphérie, entraîne un entrecroisement forcé de tous ces faisceaux, les plus jeunes viennent, après avoir plus ou moins cheminé, s'accoler aux plus anciens vers la périphérie du tronc, de telle sorte qu'il se forme, à cette place, une zone cylindrique, d'une densité souvent très prononcée, composée de tous ces faisceaux accumulés en treillis. Seulement, comme ces faisceaux réunis n'ont chacun, pris à part, qu'une étendue limitée, l'effet général de ces entrecroisements a aussi une limite qui, une fois atteinte, ne varie plus, et ainsi la tige des Monocotylées, de ce type normal ou type des Palmiers, a pour caractéristique de croître en épaisseur pendant un certain temps et de conserver ensuite indéfiniment la dimension une fois obtenue et cela pour chaque partie déterminée d'une même tige.

Cette ordonnance des faisceaux caulinaires, libres et entremêlés, est donc une conséquence, pour ainsi dire forcée, de l'absence de zone génératrice du cambium. Il en est tellement ainsi, que nous verrons cette même absence entraîner, par cela seul, des effets absolument analogues, chez certaines Dicotylées, comme

1. Voy. Luersen, *Medicinisch-pharmaceutische Botanik*, II, p. 138 et suiv.

les Nymphéacées, dont les faisceaux caulinaires, dénués de cambium, se comportent à la façon de ceux des Monocotylées, soit qu'ils demeurent indépendants, soit qu'ils se soudent et s'anastomosent entre eux. — Des anastomoses variées, soit par soudures réciproques, soit par dédoublements et soudures réunis, ont lieu

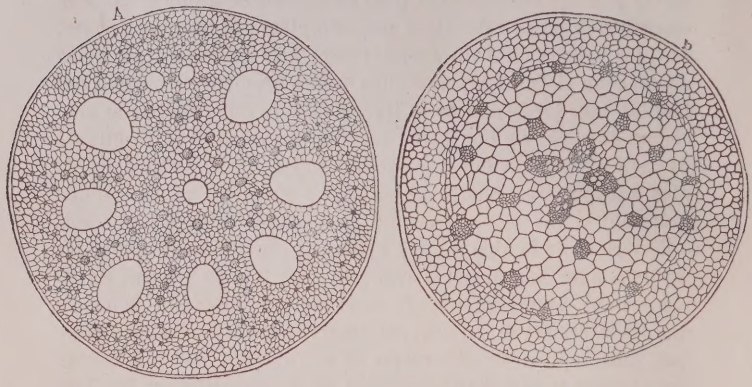

Fig. 108. — *Types caulinaires comparés d'une Commélynée et d'une Nymphéacée.* — Les figures A et B, empruntées à l'ouvrage classique de Bary sur l'*Anatomie comparée des organes de la végétation*, sont destinées à faire voir l'analogie qui rapproche les tiges des Dicotylées et des Monocotylées, dès que les premières se trouvent dépourvues, comme les secondes, de zone d'accroissement cambiogène. — A, représente la coupe transversale d'une tige de *Nelumbium* (Nymphéacées) pratiquée à travers l'entre-nœud d'un rhizome du *N. speciosum*. On distingue sur cette coupe dans le parenchyme ou tissu fondamental cellulaire dont elle est formée et qui est percé de grandes lacunes ou vaisseaux aériens, de nombreux faisceaux fibro-vasculaires, distribués dans un ordre rayonnant et d'après une disposition régulière, décroissant de dimension et augmentant en nombre du centre à la circonférence. Les faisceaux périphériques sont purement foliaires; les intérieurs sont des faisceaux caulinaires. — B, coupe transversale d'une tige jeune de Commélinée (*Tradescantia albiflora*); au centre, on distingue quatre faisceaux caulinaires groupés, plus considérables que les périphériques, disposés autour des premiers dans un ordre régulier de distribution.

effectivement chez un certain nombre de Monocotylées, spécialement dans les Aroïdées et chez plusieurs Pandanées et Palmiers; de même qu'en dehors du cylindre des faisceaux ordinaires, il peut s'en détacher qui se rendent dans l'écorce et descendent à travers cette région pour rentrer ensuite au milieu des autres. Ce sont là des conséquences directes de l'indépendance mutuelle des faisceaux foliaires, se prêtant, dans leur trajet à l'intérieur de la tige, à un certain nombre de dispositions secondaires et de connexions acquises; l'ordonnance primitive une fois admise, le

reste a dû suivre, tellement cette ordonnance se prêtait d'elle-même aux combinaisons qui ont surgi. Mais on peut se demander si cet isolement des faisceaux, dénués de production cambiale ultérieure, constitue un caractère que les Monocotylées auraient présenté de tout temps ou bien si ces plantes, sorties d'une souche ancestrale pourvue d'une zone génératrice, auraient ensuite perdu cette particularité organique, à mesure que leur type tendait à accentuer sa personnalité propre.

La question est susceptible d'être posée en sens inverse en ce qui concerne les Dicotylées, et l'on peut rechercher si, chez ces dernières, la présence d'une zone productive de cambium est acquise ou congéniale. Mais, puisque chez les Dicotylées elles-mêmes certains types sont dépourvus de cette zone et que ces types, comme nous le verrons, se rangent parmi les plus anciennement fixés, il est vraisemblable d'admettre que la souche ancestrale, commune aux deux catégories, possédait la faculté de produire des arcs cambiaux mais que cette faculté, moins fréquente et moins universelle que chez les Dicotylées, était alors sujette à des intermittences et de nature à s'oblitérer; de cette sorte, tandis que la présence d'une zone de cambium serait devenue constante et universelle chez les Dicotylées, elle aurait fait place à un effacement absolu et définitif chez les Monocotylées.

Cette explication est du reste la seule que l'on puisse réellement proposer en l'état actuel des connaissances, et si l'on croit aux effets de l'évolution. La ressemblance intime du plan caulinaire des deux catégories de végétaux, aussitôt que l'on fait abstraction de la zone cambienne, a frappé les auteurs les plus désintéressés dans la question, et M. Van-Tieghem, dans une note de sa traduction du Traité de Botanique de Sachs [1], exprime cette même pensée, en affirmant une complète analogie de structure entre la jeune tige des Monocotylées et celle des Gymnospermes et des Dicotylées. Toute la différence réside, dit-il, « dans l'absence d'un arc générateur sur la face interne du groupe libérien de chaque faisceau. »

Mais une particularité des plus curieuses tend à faire croire

1. *Traité de Botanique conforme à l'état présent de la science*, par J. Sachs, *trad. de l'allemand* par Ph. Van Tieghem, Paris, 1874, p. 722, en note.

qu'effectivement le plan caulinaire des Monocotylées a pu dépendre, à l'origine, d'un type moins inflexible, plus flottant du moins dans ses linéaments principaux, et susceptible de donner lieu à des productions de cambium, par conséquent à des accroissements secondaires en rapport avec ceux dont les Progymnospermes nous ont offert de nombreux exemples. Cette particularité est celle qui se présente dans le bois des Liliacées, Dracénées, Aloïnées, dont les tiges se trouvent susceptibles, en avançant en

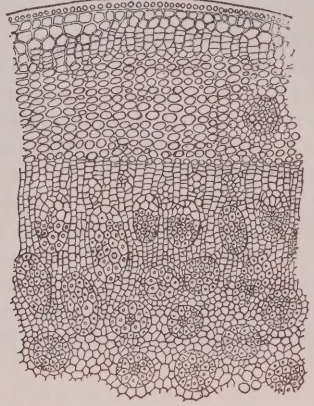

Fig. 109. — *Type caulinaire d'une Monocotylée à tige douée d'un accroissement secondaire.* — Portion d'une coupe transversale de la tige d'un *Dracæna* faiblement grossie (d'après Sachs et de Bary). On distingue, à partir du haut, l'épiderme et, en dessous le périderme, puis la zone de l'écorce primaire qui comprend la trace d'un faisceau fibro-vasculaire se rendant au dehors pour desservir une feuille. A l'intérieur s'étend la zone des faisceaux primaires distribués au milieu du parenchyme fondamental. C'est entre cette dernière zone et celle de l'écorce primaire que se trouve intercalée la zone cambienne d'accroissement qui donne naissance à de nouveaux faisceaux de bois secondaire, séparés par des rayons médullaires interposés.

âge, d'un épaississement graduel en diamètre. En effet, dans ces sortes de tiges, il se manifeste, vers le pourtour extérieur des faisceaux primaires qui demeurent libres et sur les confins de la région corticale interne, une zone productrice de cambium, d'où sortent de nouveaux faisceaux fibro-vasculaires, isolés sur une coupe transversale, mais anastomosés entre eux de manière à former réseau. Par une répétition indéfinie du même mouvement générateur, il se forme un étui de bois centrifuge, c'est-à-dire dont

les parties anciennes sont incessamment rejetées vers la périphérie, qui gagne insensiblement en épaisseur et qui entoure d'une zone continue, formée de parties ligneuses et parenchymateuses entremêlées, le tissu fondamental primaire avec les faisceaux foliaires qui le parcourent, enfermés ainsi à la façon d'une région médullaire. On reconnaît aisément que cette disposition d'une zone de bois cortical en îlots, soumise à un mouvement centrifuge et entourant une région primaire dont l'extension est promptement arrêtée, n'est pas sans rapport avec celle que nous avons observée chez les Cycadées, et, en allant plus loin dans le passé, d'une façon générale, avec celle qui caractérise les Cordaïtées. Chez ces dernières, effectivement, il existait des îlots de bois cortical, sujets à se développer alors que l'extension du bois primaire avait déjà pris fin. Il est vrai que dans ces deux groupes, comme chez les Dicotylées, le bois primaire était ordonné en séries rayonnantes, et non par faisceaux épars et entremêlés. Néanmoins, la distance entre les deux catégories de plans caulinaires se trouve sensiblement atténuée, lorsque l'on tient compte de cette présence du bois secondaire cortical dans des types en apparence si éloignés.

Cette tendance des Monocotylées à se rattacher à un stade relativement inférieur est encore plus nettement marquée chez elles si l'on examine leurs feuilles qui, d'une façon générale, accusent un degré d'évolution moins avancé et une moindre transformation du type primitif, tel que nous l'avons décrit comme ayant dû caractériser les végétaux proangiospermiques. Des trois parties comprises dans la feuille normale des Angiospermes : la gaine, le pétiole ou sommet contracté de la gaine, le limbe ou expansion terminale, la première est la seule vraiment primitive, celle qui originairement a tenu lieu de tout le reste. Cette même partie est celle qui s'amoindrit le plus, jusqu'à disparaître dans la plupart des cas, mais non pas dans tous, chez les Dicotylées. Dans les Monocotylées, au contraire, la gaine n'avorte presque jamais ; son importance se maintient ; elle est même prépondérante et règne seule dans certains groupes, comme ceux des Liliacées et des Broméliacées. Elle se confond presque avec le limbe, qui n'est plus que faiblement différencié et qui continue ou répète simplement la gaine; c'est ce qui arrive en effet dans la plupart des Graminées, où la gaine a

fourni le fourreau jusqu'à la ligule. C'est donc une faible différenciation organique qui caractérise la feuille des Monocotylées. La transformation a fait chez elle moins de pas; elle a produit cependant les mêmes effets que dans les Dicotylées. La gaine dilatée en une expansion terminale, soutenue par une articulation intermédiaire, a donné naissance au limbe ; c'est ce que montrent clairement les Aroïdées. Mais, au lieu d'être général, au lieu d'aboutir à l'amoindrissement et à l'effacement progressif de la gaine, le mouvement organique que nous considérons a subi un point d'arrêt chez les Monocotylées. La gaine a persisté, elle a gardé son importance soit relative, soit exclusive. C'est là toute l'histoire de la feuille des Monocotylées; il est aisé de la suivre dans cette marche et de retrouver chez elle la gaine avec ses nervures longitudinales, nombreuses et parallèles, convergeant vers le sommet de l'organe; pourvue ou non d'une côte médiane, cette gaine constitue fréquemment à elle seule toute la feuille. Le contraste est facile à saisir, bien qu'il résulte d'une série de variations morphologiques, se répétant de groupe en groupe. Les Aroïdées possèdent non seulement la feuille complète avec ses trois parties, mais encore les nervures ramifiées en réseau des Dicotylées. Chez elles, le limbe réalise tour à tour les différenciations variées dont il est susceptible, de même que la gaine, dans une foule de cas, s'atténue et fait place au pétiole. Les feuilles peltoïdes, orbiculaires ou lancéolées, tripartites ou même trifoliées, les feuilles palmatisèques, digitées et pédalo-digitées, soutenues fréquemment par un pétiole nettement cylindrique, peuvent être observées dans ce groupe curieux qui montre ce que le parallélisme morphologique peut produire d'analogies, dans des catégories évoluant à part. En un mot, chez les Aroïdées, il est possible d'observer tous les passages depuis la gaine exclusivement développée jusqu'aux différenciations les plus avancées du limbe foliaire et des nervures ramifiées en réseau, bien que ce réseau, nous devons l'ajouter, ne présente jamais la finesse ni la complexité de celui qui distingue les feuilles des Dicotylées.

Cette diversification des Aroïdées n'empêche pas les groupes, cependant voisins, des Pandanées et des Typhacées, de n'avoir pour feuilles que des gaines faiblement modifiées. Mais, à mesure que, dans cette série pandanoïde, on passe des types les plus

simples, et sans doute les plus primitifs, vers ceux, comme les Cyclanthées et les Freycinétiées, qui le sont moins et qui dénotent un degré croissant de complexité, on voit aussi paraître

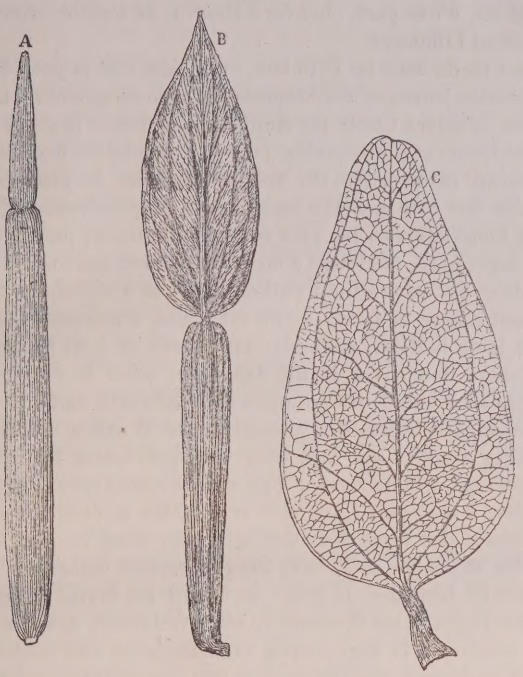

Fig. 110. — *Transition entre l'appareil appendiculaire primitif et la feuille définitive chez les Monocotylées.* — A, gaine ou appendice d'un *Anthurium*, surmonté d'un limbe rudimentaire, au-dessus d'un étranglement qui sépare l'appareil primitif de l'organe secondaire. — B, feuille plus avancée du même *Anthurium* montrant la réduction de l'appareil primitif et le développement corrélatif du limbe ou feuille normale, pourvu à la base d'un court pétiole et dont les nervures donnent lieu à un réseau veineux analogue à celui des feuilles de Dicotylées. — C, feuille définitivement transformée d'une Smilacée, *Lapageria rosea*, montrant le *summum* de différenciation que peut atteindre une feuille de Monocotylée. L'appendice primitif n'est plus ici représenté que par la base légèrement dilatée et engainante d'un court pétiole.

des feuilles moins rudimentaires et par suite se manifester la présence d'un limbe, parfois remarquablement développé, comme chez les *Carludovica* et les *Nipa*, où il offre à peu près la structure de celui des Palmiers, démontrant une fois de plus com-

ment des chemins séparés peuvent cependant conduire à des résultats presque semblables.

La même série foliaire, morphologiquement ascendante, se manifeste, d'une part, chez les Palmiers, de l'autre, chez les Lirioïdes ou Liliiflores.

Il est facile dans les Palmiers, en s'aidant de la considération des plantes jeunes et des bractées qui accompagnent les inflorescences, de suivre toutes les modifications depuis la gaine simple amplexicaule et plurinerviée, jusqu'à la feuille ou fronde la plus nettement caractérisée. On voit, avant tout, se produire dans la gaine une côte médiane résultant du rapprochement des nervures longitudinales les plus voisines du milieu; puis, à l'extrémité supérieure, au-dessus d'un étranglement qui correspond au pétiole et qui est destiné à s'allonger et à se développer, le limbe se montre sous la forme d'une languette, finalement sous celle d'une lame indivise, mais plus tard fissile et dont les segments irréguliers donnent à la fin naissance, selon le cas, soit aux frondes en éventail des palmiers flabelliformes, soit aux palmes latéralement pinnées des phéniciformes. Il existe une foule de passages gradués qui font bien voir que toutes les diversités proviennent originairement d'un seul et même type. Les frondes pinnées, à segments confluents et à rachis médian peu étendu, conduisent des types flabellés vers ceux dont les feuilles sont pinnées ou encore entières et irrégulièrement fissurées.

Dans les Lirioïdes, le point de départ est fourni évidemment par les *Yucca* et les *Dracæna* du sous-type *draco*, dont les feuilles sont réduites à la seule partie vaginale, sans côte médiane distincte, mais avec une épaisseur et une accumulation relative des faisceaux vasculaires, plus prononcées sur le milieu de la feuille que vers ses bords. Chez les *Dracæna*, on peut suivre, en observant les *Cordyline,* d'une espèce à l'autre et sans sortir du même groupe, les degrés successifs de différenciation et de développement du limbe, aboutissant au type foliaire du *Dracæna terminalis*, comparable à celui des Musacées et des *Canna*. Mais le plus haut degré de transformation organique qu'ait pu atteindre la feuille des Monocotylées nous est offert par les Smilacées, qui font elles-mêmes partie de la série des Lirioïdes et dont les feuilles affectent une structure qui les rapproche sensiblement de celles des Dicotylées ou semblent même reproduire une com-

binaison organique tout à fait pareille. La partie vaginale primitive est ici réduite à une expansion aussi faible que possible; le pétiole ou étranglement intermédiaire et le limbe composent à eux seuls à peu près toute la feuille (voy. la figure 110 en C). A peine si des vrilles collatérales représentent comme un dernier vestige de l'organe primitif entièrement disparu.

Ainsi, la feuille des Monocotylées, presque toujours vaginante ou du moins amplexicaule, résulte d'une moindre transformation de l'organe appendiculaire primitif. Moins réduit et moins différencié, ce dernier a généralement gardé plus d'ampleur, comme il convient à l'appendice foliaire d'un stipe ordinairement plus simple, plus massif; mais ce qui prouve que le mouvement évolutif moins prononcé est la cause directe de cet état de la feuille chez les Monocotylées, c'est qu'il suffit que la tige s'allonge, en s'amincissant et se subdivisant, pour que la feuille (c'est ce que montrent les Smilacées), atteigne aussitôt à un degré plus élevé de transformation organique. Les Graminées traduisent très clairement cette marche par leur structure foliaire. Il s'est fait chez elles une répartition à peu près égale entre les deux éléments de l'organe, l'élément primordial et l'élément acquis. Le premier a persisté sous la forme d'une gaine qui entoure la tige d'un véritable fourreau et ne présente jamais, en fait de nervure, que des linéaments longitudinaux, multiples et parallèles, reliés entre eux par des nervilles, mais constamment dépourvus de médiane. Ce qu'on nomme la « ligule » correspond à la terminaison supérieure de cette partie primitive, séparée de l'autre ou partie limbaire par un étranglement plus ou moins prononcé, par un onglet calleux, comme dans les *Arundo*, ou même par un véritable pétiole articulé sur la partie vaginale, comme on l'observe dans les bambous. Au-dessus, s'étend le limbe, c'est-à-dire la feuille secondaire, plus ou moins différenciée et allongée, ordinairement pourvue d'une côte médiane et de nervures latérales parallèles à celle-ci. Ainsi, la transformation a produit ici le même résultat que chez les Dicotylées, et l'appendice primordial a donné naissance à un prolongement, puis à une expansion terminale : seulement, cette expansion limitée dans son développement n'a acquis que des nervures longitudinales et parallèles, disposées des deux côtés d'une médiane; le pétiole s'est faiblement particularisé;

enfin, la gaine ou partie vaginale primitive a gardé son importance et constitue à elle seule la moitié de l'organe. Telle est en résumé la feuille des Monocotylées : un organe dont la transformation demeurée incomplète s'est arrêtée à des degrés d'évolution variables selon les groupes, plus ou moins avancés relativement au point de départ, selon ceux que l'on considère.

On peut dire encore que ce mouvement, à mesure qu'il s'est prononcé, a agi en sens inverse de celui qui a gouverné les Dicotylées. Au lieu d'aboutir à une différenciation croissante des caractères de l'organe, soit dans sa forme, soit par les combinaisons résultant de l'anastomose des nervures ramifiées en réseau, il a tendu vers une sorte d'uniformité du type foliaire. Les Monocotylées les plus voisines du point de départ commun, comme les Aroïdées, possèdent des feuilles plus différenciées que celles qui suivirent; nous avons fait ressortir plus haut l'analogie des nervures ramifiées et des variations morphologiques de ces feuilles avec ce que montrent à ces deux égards les Dicotylées. Mais, il s'est produit, chez les autres Monocotylées, une sorte de régression de l'appareil foliaire. Le caractère négatif de la classe se manifeste ici comme ailleurs; et, tandis que les feuilles des Dicotylées allaient en se transformant et se diversifiant de plus en plus, celles des Monocotylées allaient plutôt en s'uniformisant; elles perdaient la tendance à la ramification de leurs nervures et conservaient généralement à la gaine son importance primitive. C'est ainsi que s'est formé le type foliaire bien connu de cette catégorie de plantes, avec ses nervures parallèles entre elles et avec la médiane, reliées par des nervilles qui courent transversalement pour les unir. Les variations résultent uniquement de la direction tantôt strictement longitudinale, tantôt plus ou moins oblique et arquée des nervures latérales qui gagnent la marge en convergeant vers le sommet du limbe. Ce sont là des caractères acquis par différenciation, mais dont la faible amplitude suffit pour établir entre les types foliaires des deux classes un contraste facile à saisir. — En résumé, c'est par la simplification des nervures du limbe perdant de plus en plus leur tendance vers la ramification en réseau pour devenir parallèles, obliques ou longitudinales et recourbées-ascendantes, et par le maintien corrélatif de la gaine primordiale, que les Mono-

cotylées ont procédé dans la constitution de leurs organes foliaires.

Il n'existe rien dans le processus, ni dans la structure intime des organes mâles ou femelles des Monocotylées qui les sépare réellement des Dicotylées. Dans l'une ou l'autre classe, ce sont

Fig. 111. — *Plantule de Palmier pour montrer la structure des feuilles primordiales de Monocotylées.* — Le cotylédon unique est encore engagé dans le testa de la graine. Ce cotylédon aussi bien que les feuilles primordiales suivantes sont dépourvus de limbe et réduits à la seule partie vaginale.

des feuilles modifiées et finalement transformées qui ont servi de support aux microsporanges, d'une part, en aboutissant à l'étamine; aux macrosporanges, de l'autre, en se repliant pour constituer le carpelle. A peine existe-t-il quelques nuances différentielles à signaler et, pour ce qui tient à ces deux objets, ainsi qu'aux particularités relatives à la structure intime de l'ovule, à

la genèse du sac embryonnaire et au processus de l'embryon lui-même, nous renvoyons au chapitre précédent et au suivant, en nous contentant de faire observer à quel point une pareille concordance vient à l'appui de l'idée d'un point de départ commun des deux classes, dont les parties les plus essentielles et sans doute les premières fixées sont aussi celles où l'on rencontre une parfaite homologie de traits et d'ordonnance. Les Monocotylées n'étaient donc pas virtuellement séparées de la souche commune, lorsque leurs organes reproducteurs ont revêtu les caractères qui les distinguent, non pas seulement à l'extérieur, mais dans ce que le processus génésique des éléments a de plus intime. Les exceptions sont trop insignifiantes pour ne pas nous confirmer dans la pensée que c'est seulement à une époque postérieure à celle où les organes sexuels avaient acquis leur stabilité que les deux catégories ont commencé à s'engager dans des voies respectivement divergentes. Mais, si les Dicotylées, à partir d'un moment déterminé, se sont écartées de plus en plus de la branche sœur, celle-ci, de son côté, s'est fixée plus tôt que l'autre, de manière à garder intacts plus de traits empruntés au stade originaire. C'est ce que nous venons de constater pour la feuille; c'est également ce que nous montre l'embryon dont la feuille primordiale ou cotylédon, réduit à la gaine, privé de limbe par conséquent, a dû revêtir sa forme caractéristique à un moment où l'appendice vaginal constituait encore toute la feuille. Nous verrons qu'il n'en a pas été de même chez les Dicotylées, dont les cotylédons sont généralement pourvus d'un limbe et appartiennent par cela même à un stade évolutif plus avancé.

C'est donc là encore un caractère négatif qui distingue la classe, et l'importance de la particularité à laquelle les Monocotylées doivent leur nom consiste bien moins dans la présence d'une feuille embryonnaire unique que dans la structure simplifiée et rudimentaire de l'organe. Le cotylédon unique nous fait voir que le prototype monocotylé avait des feuilles alternes et que ses feuilles, réduites à la seule partie engainante, étaient dépourvues de véritable limbe; ces feuilles étaient par cela même simples, allongées, pourvues de nervures longitudinales parallèles, égales entre elles, les médianes affectant tout au plus une tendance à se rapprocher les unes des autres, de manière à donner naissance à une côte. Ces caractères sont bien ceux que l'on

observe encore dans les gaines ou parties inférieures invaginantes des feuilles de Monocotylées.

Si les feuilles des Monocotylées primitives étaient alternes et amplexicaules, on peut dire aussi que leur ordonnance phyllotaxique répondait à celle qui est encore la plus fréquente aujourd'hui et qu'exprime la formule 1/3, le cycle se trouvant formé de 3 feuilles occupant chacune 1/3 de la circonférence totale. On peut dire que les formules phyllotaxiques 1/2 et 1/3, qui sont les plus simples de toutes dans l'ordre spiralé, gouvernent à peu près exclusivement les Monocotylées; mais la première de ces formules n'est qu'une déviation de la seconde et celle-ci représente évidemment le cycle foliaire d'où résulte d'une façon générale l'ordonnance florale des Monocotylées.

Cette ordonnance plus simple et plus uniforme, c'est-à-dire sujette à moins de variations et de déviations que celle des Dicotylées, comprend normalement deux cycles de trois feuilles plus ou moins modifiées, qui constituent un périgone à six divisions, dont les trois intérieures alternent avec les trois extérieures conniventes et souvent assimilées à un calice. Ce double périgone entoure deux cycles d'androphylles qui alternent également entre eux, et, au centre, un gynécée formé de trois carpelles plus ou moins soudés. Les *Yucca* fournissent un bon exemple de la fleur normale des Monocotylées, dont l'analogie avec celle des Magnoliacées, Renonculacées, Nymphéacées parmi les Dicotylées ne saurait échapper. Seulement, le groupement des éléments floraux s'est fait d'une façon plus régulière et plus exactement définie chez les Monocotylées, dont la fleur est certainement moins sujette à présenter des changements soit dans le nombre, soit dans la disposition des parties qui la composent. Le nombre trois et ses multiples, qui la gouvernent, ont amené ici des combinaisons plus stables que dans l'autre catégorie végétale; et pourtant la fleur des Monocotylées a suivi absolument la même marche, c'est-à-dire que, pour être moins nombreuses et moins profondes, les modifications dont elle donne l'exemple résultent toujours des mêmes effets et peuvent être ramenées à trois causes : la réduction des parties par avortement ou élimination, la soudure soit des éléments d'un même cycle, soit des cycles entre eux, enfin l'irrégularité. Toutes les modifications éprouvées par l'appareil floral des Monocotylées, à partir du

moment où il a été constitué, d'après le type signalé plus haut, peuvent être ramenées à ces trois causes. Il est à peine nécessaire d'ajouter que, selon les théories évolutives, les fleurs non réduites ni appauvries, et à cycles libres de toute adhérence mutuelle doivent, à l'intérieur de chaque série, avoir précédé celles qui sont réduites ou dont les éléments ou les divers cycles ont contracté entre eux un degré plus ou moins avancé de soudure ou enfin qui sont irrégulières. A plus forte raison, les fleurs dont les éléments présentent à la fois des adhérences et des irrégularités doivent être considérées comme marquant le terme de l'évolution florale de la série à laquelle elles servent de culmination.

Il en est ainsi, par exemple, lorsque, prenant les Lirioïdes, on passe des fleurs régulières, exemptes d'adhérences et sans réductions, des Liliacées vraies, à celles des Dracénées qui montrent déjà de la tendance vers l'irrégularité, tendance qui s'accentue avec les Iridées et les Amaryllidées, en se combinant avec les adhérences du gynécée dont les Orchidées semblent marquer le terme le plus avancé. Mais pour juger de ces complexités que l'évolution a dû gouverner à l'aide d'une marche allant toujours du simple au composé, ce n'est pas la fleur isolément qu'il faut considérer, mais avec la fleur l'inflorescence ou rameau floral, modifié à son tour, avec ses feuilles converties en bractées et subissant une série de transformations. Celles-ci, remarquons-le, dans une foule de cas, ont fait perdre complètement au rameau floral son aspect et sa signification originaires pour le transformer en un organe entièrement nouveau, servant à grouper diversement les fleurs ou les réunissant sur un support et dans un involucre commun. A ce point de vue, l'analogie est étroite entre les fleurs des *Allium* et de l'Agapante, capitées c'est-à-dire rassemblées en tête sur un réceptacle, et celles des Composées et des Dipsacées qui présentent la même disposition.

On voit à n'en pouvoir douter que, dans les deux classes, un même mouvement évolutif, agissant respectivement, a entraîné des effets et réalisé des combinaisons sensiblement analogues et équivalentes, bien que non identiques. La même impulsion, s'exerçant sur des séries végétales parties d'un point commun mais engagées dans des voies parallèles, a abouti en définitive aux mêmes résultats. La fleur une fois constituée, l'évolution s'est

rejetée sur les parties accessoires; elles les a modifiées de proche en proche et les a utilisées en les accommodant aux nouvelles fonctions qu'elles étaient destinées à remplir. De là est sortie une nouvelle ordonnance plus complexe et tout aussi régulière que la première, dans laquelle la fleur, perdant de son individualité, n'a plus été qu'un élément secondaire, faisant partie intégrante d'un ensemble d'un ordre plus élevé, puisqu'il résulte du rapprochement symétrique d'une réunion de fleurs, dépendant d'un support commun ou réunies dans une même enveloppe.

Parmi ces combinaisons organiques très diverses et indéfiniment variées, il est juste de distinguer, comme représentant un des types floraux les plus anciennement fixés des Monocotylées, le spadice, d'où les Spadiciflores, qui comprennent actuellement les Aroïdées et les Pandanées, tirent leur nom. Le spadice est un axe modifié, converti en support sur lequel les fleurs, réduites généralement à leurs éléments les plus indispensables, sont directement implantées et le plus souvent en très grand nombre, comme si elles provenaient de bourgeons sexués diversement distribués à la superficie de cet axe, ordinairement muni à la base d'une spathe, c'est-à-dire d'une ou plusieurs feuilles lui servant d'involucre.

Ainsi, le spadice dans son ensemble constitue un appareil, ou, si l'on veut, une combinaison florale d'une complexité supérieure à celle qui a prévalu dans l'immense majorité des Angiospermes, où chaque fleur garde son individualité. Ce n'est point ici un axe primaire, un simple rameau dont la réduction immédiate aurait entraîné la naissance de l'organe; il s'agit plutôt du groupement d'axes rudimentaires, sortis du premier à l'état de bourgeons et finalement distribués dans un ordre déterminé. Sous ce rapport, le spadice ressemble au strobile des Conifères; il appartient, à ce qu'il semble, au même ordre de génération et a dû atteindre de bonne heure le degré de complexité que nous lui connaissons. C'est là une ordonnance florale essentiellement inadaptive, c'est-à-dire qui, une fois constituée, n'a plus donné lieu qu'à des variations secondaires, sans pouvoir se prêter à des combinaisons ultérieures. Le spadice réalise une disposition comparable à celle d'où la fleur des Magnoliacées est sortie; mais on voit immédiatement que cette analogie est surtout apparente; au fond, l'appareil spadiciflore est moins plasti-

que et il résulte d'une combinaison organique plus avancée d'un degré. Il existe, il est vrai, plusieurs manières de la concevoir, mais la plus simple et la plus naturelle consiste à reconnaître dans le spadice un axe en voie d'évolution, privé ou dépouillé de ses feuilles, sur lequel prendraient naissance des bourgeons

Fig. 112. — *Appareil reproducteur spadiciforme d'une Aroïdée.* — Le spadice A est celui d'un *Scindapsus*, il est enveloppé inférieurement de sa spathe et entièrement recouvert d'organes reproducteurs contigus et connivents, distribués en rangées spirales multipliées. — B, représente une des fleurs vue isolément et par côté; l'ovaire surmonté d'un bouton stigmatique et dépourvu de périanthe porte à sa base les étamines au nombre de 6, dont les deux antérieures manquent. — C, montre le même organe vu par dessus; on constate que l'ovaire est à six pans et qu'à chacun des pans correspond une étamine dont le filet supporte une anthère terminale à son sommet.

de seconde génération, précocement formés et arrêtés dans leur développement par la sexualité. On conçoit que sur le spadice les éléments sexués, ne répondant pas à des feuilles, mais

à des bourgeons ou axes de seconde génération, ces bourgeons aient été normalement hermaphrodites. Chacun d'eux représentait une fleur complète, mais assez appauvrie pour que, dans une foule de cas, l'un des sexes ait été promptement éliminé. Tous les deux ont même parfois entièrement avorté, ainsi qu'on le remarque à la partie supérieure du spadice des Aroïdées, qui se trouve fréquemment occupé par des vestiges ou rudiments d'organes floraux à peine visibles. De là la séparation des sexes, soit sur un seul et même spadice qui est alors monoïque, soit sur des spadices différents. Ces différenciations opérées de bonne heure ont eu pour conséquences la plupart des combinaisons de séparation sexuelle qui, chez les autres Angiospermes, entraînent un effet de croisement, celui de fleur à fleur, le plus simple de tous. Mais à ce mode de croisement est venue se joindre, pour en accroître l'efficacité, l'intervention des insectes coopérant à l'acte fécondateur et attirés soit par l'odeur forte et suave (Pandanées et Cyclanthées), soit par la senteur cadavéreuse de certaines Spadiciflores (*Arum dracunculus* L., *Arum muscivorum*, etc.).

Toutes les combinaisons dont un pareil type était susceptible ont donc été réalisées dans les limites fixées d'avance par le plan sur lequel il a été originairement établi. Les éléments sexués tantôt nus, plus rarement périanthées, séparés sur des spadices et des individus distincts chez les Pandanées, disposés, les mâles dans le haut, les femelles à la base du même spadice chez les Aroïdées et les Typhacés, adossés sur des spadices courts et contigus dans les Pistiacées, se trouvent distribués par séries alternantes sur le spadice des Cyclanthées. Enfin, dans les *Carludovica*, qui présentent le maximum de complication, chaque fleur femelle se trouve entourée de quatre fleurs mâles; les unes et les autres sont en outre munies d'un périanthe.

Le spadice des *Cyclanthus* est accompagné d'une spathe involucrante formée de quatre bractées ovalaires et conniventes. Les *Freycinetia*, qui touchent aux *Pandanus* et dont les feuilles normales ressemblent à celles des *Dracæna*, ont leur spadice unisexué, entouré d'une spathe large et repliée en cornet dont l'aspect nous ramène aux Aroïdées. On voit combien toutes ces familles se touchent et passent dès lors de l'une à l'autre, malgré les divergences qu'elles manifestent au premier abord. Tandis que

les Pandanées, les Freycinétiées, les Typhacées et les Acorées n'ont que des feuilles rubanées et strictement vaginales, à nervures longitudinales reliées entre elles par de simples traits, tandis que les Cyclanthées et les Nipacées se rattachent étroitement aux Palmiers et en reproduisent les combinaisons foliaires; les Pistiacées et les Aroïdées présentent par contre des feuilles à nervures réticulées qui opèrent une liaison des plus naturelles avec celles des Dicotylées. Mais entre les feuilles en lames ensiformes et rigides des Pandanées ou celles à limbe phénicoïde des Cyclanthées, viennent s'intercaler, comme un terme de jonction, les spathes florales des Aroïdées, des *Freycinetia* et *Cyclanthus*, qui nous paraissent reproduire fidèlement le type foliaire primordial, celui qui, sans beaucoup d'efforts, donne passage aux Monocotylées dans une direction et aux Dicotylées, dans une autre. L'ancienneté relative du type des Spadiciflores ne saurait être révoquée en doute. Les Monocotylées qui présentent ce type se rattachent en arrière aux Proangiospermes que nous avons signalées précédemment et dont l'inflorescence était spadiciforme. En même temps, elles sont demeurées plus voisines du point de départ commun, puisqu'elles s'écartent moins que les autres de la classe des Dicotylées. En ce qui concerne les notions tirées des fossiles, non seulement des spadices assimilables morphologiquement à ceux des Aroïdées ont été signalés à plusieurs reprises jusque dans la partie moyenne du terrain jurassique, mais l'antiquité relative du genre *Pistia* ne saurait être contestée. Les feuilles de cette plante aquatique et flottante se rencontrent certainement dans la craie d'eau douce supérieure des lignites de Fuveau en Provence; elles n'indiquent aucun changement appréciable eu égard au type actuel, et près d'elles on a également recueilli les spadices épars, sessiles, géminés et recouverts de parties fructifères hexagones, par suite de la compression mutuelle d'une plante aquatique que l'on serait en droit de rattacher aux Acorées et par conséquent à une Spadiciflore. — Des feuilles de *Pandanus* ont été signalées en outre dans la craie de Gosau, sur le même horizon géognostique.

Les Spadiciflores constituent donc pour nous une première série de Monocotylées, dont l'apparition remonte sûrement à la craie et dont l'évolution et la différenciation n'ont depuis lors cessé de se prononcer, en continuant jusqu'à nous. Les Mono-

cotylées demeurées en dehors de la combinaison organique à laquelle sont dues les Spadiciflores, paraissent avoir divergé dans plusieurs directions, en s'arrêtant successivement ou s'avançant plus ou moins à des distances inégales du point de départ originaire. Cette marche a conduit les plantes qui l'ont suivie à des degrés divers de différenciation et à des états de transformation plus ou moins complets des parties que nous considérons comme ayant fourni les éléments de la fleur et ensuite de l'inflorescence.

Une mesure à peu près égale de modifications, réalisées sous l'influence d'un milieu sensiblement uniforme, a pu certainement amener dans les deux classes, qui d'ailleurs ont divergé l'une de l'autre graduellement, des résultats organiques assimilables par analogie, bien que non identiques dans le fond. C'est ainsi que les Fluviales et surtout les Alismacées, qui sont polycarpiennes, à l'exemple des Renonculacées, diffèrent assez peu de celles-ci qui, à leur tour, contribuent par plusieurs côtés à diminuer la distance entre les deux classes. C'est un rapprochement fort plausible par lui-même et dont quelques botanistes éminents ont été frappés [1]. Il n'entraîne pas, il est vrai, l'idée d'une parenté immédiate ni prochaine, entre les groupes ainsi parallélisés, mais seulement celle d'une atténuation appréciable des caractères différentiels qui séparent ordinairement les Monocotylées des Dicotylées. Cette atténuation suffit pour mettre en évidence des liens, qui tiennent surtout à la commune origine des deux catégories. C'est de leur part le retour ou mieux encore le maintien et le développement simultanés de caractères qui leur ont été transmis par un ancien progéniteur, et par cela même une sorte d'atavisme.

Dans l'impossibilité où nous sommes de pénétrer dans les détails, nous nous contenterons de signaler trois directions principales que le gros des Monocotylées parait avoir suivies et qui, par l'effet de dédoublements réitérés et successifs, auraient produit les sections diverses entre lesquelles l'ensemble de ces végétaux se trouve actuellement départi. Ces directions expriment, dans notre pensée, trois manières d'être des Monocotylées s'avançant graduellement au delà de leur état primitif, à l'aide

1. Voy. Baillon, *Histoire des plantes*, I, p. 68 et 75, et *Adansonia*, IV, p. 40.

d'une différenciation croissante. Nous les désignerons par les termes de Glumacées, de Phœnicoïdées et de Lirioïdées, qui répondent à autant de séries juxtaposées. — Les Glumacées, que nous devons considérer les premières, représentent, parallélement aux Spadiciflores, un état plus flottant, plus souple et plus élémentaire, par cela même plus susceptible de donner naissance à des combinaisons ultérieures, du moins par l'intermédiaire de types primitivement alliés et destinés à se modifier plus ou moins. En effet, les Glumacées, comme toute autre famille de plantes, une fois distribuées et circonscrites à l'intérieur des limites de chacun des groupes partiels qu'elles comprennent, ne se sont plus écartées de ces limites. Tout végétal, ne l'oublions pas, dont les traits principaux, mieux encore, le cadre organique, se trouve fixé, ne saurait plus sortir de ce cadre, ni acquérir, en fait de caractères, que des nuances différentielles d'une moindre importance, au point de vue morphologique, que celles qu'il possède déjà. Les lignes arrêtées de son organisme laissent pourtant en dehors d'elles des parties encore variables et flottantes ; et celles-ci sont les seules sur lesquelles l'influence de l'évolution ait le pouvoir de s'exercer. C'est pour cela qu'on peut admettre que parallélement aux Spadiciflores, devenues de bonne heure inadaptives, la plupart des Monocotylées sont originairement sorties de végétaux confinant de près aux Glumacées ou, du moins, ayant une conformation analogue à celle de ces dernières, sous le rapport des appareils floraux et des feuilles.

Chez les Glumacées, c'est la plante ramifiée tout entière qui sert ou peut servir uniformément de support aux fleurs, et celles-ci, réduites généralement aux seules parties indispensables, ne sont entourées que de glumes ou de glumelles, c'est-à-dire de feuilles ramenées à la seule partie vaginale et qui reproduisent par conséquent l'appendice primitif des Angiospermes. C'est en effet ce que montrent, sauf les cas fréquents d'appauvrissement, les Graminées, les Cypéracées et même les Restiacées. Les feuilles normales ou stipales de ces dernières, arrêtées à un degré évolutif relativement inférieur, ne consistent que dans la gaine seulement. Les Restiacées, à raison de cette circonstance, qu'elle soit d'ailleurs congéniale ou régressive, rappellent singulièrement, par l'ensemble de leurs parties végétatives, le spadice rameux des Palmiers. Ce dernier organe n'est

qu'une ramification caulinaire garnie de feuilles vaginales et servant de support aux organes floraux; il représente vraisemblablement le prolongement de la plante primitive normalement ramifiée, d'où serait provenu, par différenciation, le type des Phœnicoïdées. L'inflorescence des Palmiers reproduirait ainsi passagèrement la plante prototypique ramifiée dont le stipe représenterait la souche fortifiée, devenue verticale et réduite à un seul bourgeon terminal. S'il en était ainsi, le type phœnicoïde primitif, abstraction faite du stipe et des frondes constituées plus tard, aurait été assimilable à une sorte de Glumacée, assez peu distante des Restiacées. Les frondes des Palmiers, organes qui contribuent si puissamment à accentuer le port de ces végétaux, sont dues certainement à une différenciaiton spéciale de la gaine foliaire primitive, telle que nous la montrent beaucoup de régimes pourvus de spathes ou de bractées, ainsi que les plantes jeunes des Palmiers, dont les feuilles ne revêtent qu'à la longue et graduellement leur forme caractéristique.

La gaine est toujours, des parties de la fronde, celle qui se montre la première, sur la plante jeune, et à laquelle les autres viennent s'ajouter dans un ordre qui doit coïncider avec celui autrefois suivi par l'évolution de l'organe. Si l'on examine une Arécinée, comme le *Seaforthia* par exemple, on voit la gaine composer d'abord à elle seule toute la feuille ; elle est occupée à sa base par des nervures longitudinales toutes égales ; mais ensuite, à mesure que la plante se développe, les médianes de ces nervures donnent lieu par leur convergence à une côte, qui se prononce graduellement et devient le pétiole de la feuille normale. Ce pétiole, une fois dégagé du sommet de la gaine, est surmonté à l'origine d'un limbe imparfaitement caractérisé, simple ou seulement bifide, dans lequel vient se perdre la côte pétiolaire, qui s'atténue par l'émission d'une série de nervures latérales. Ce limbe foliaire primitif, non encore caractérisé, graminoïde, denté ou fissuré ou simplement bipartite à l'extrémité supérieure, se retrouve chez tous les Palmiers non adultes. La fronde se constitue plus tard par la division et le dédoublement des segments qui la composent définitivement. Quelques types cependant gardent cette feuille juvénile qui devient pour eux caractéristique. Il est à croire que le prototype des Phœnicoïdées possédait à l'état normal cette feuille simple et allongée, qui se

serait ensuite graduellement différenciée. Nous pouvons donc, sans trop d'efforts ni d'invraisemblance, retrouver chez les Palmiers actuels, par delà les diversités dont ils offrent actuellement le tableau, les indices de plusieurs états successifs que ces plantes auraient antérieurement traversés.

Dans le premier de ces états, les Phœnicoïdées auraient été des végétaux ramifiés, pourvus de gaines phylloïdes, comparables aux Restiacées par leur aspect et par conséquent touchant aux Glumacées par l'intermédiaire de celles-là. Plus tard, ces gaines foliaires différenciées auraient été surmontées d'un pétiole, s'épanouissant en un limbe allongé et encore simple, pourvu de nervures longitudinales, plus fortes et plus fines, entremêlées, provenant du dédoublement des faisceaux fibro-vasculaires du pétiole, donnant lieu à une côte médiane plus ou moins prolongée. Ces feuilles étaient attachées par la partie vaginale amplexicaule sur une souche plus ou moins massive et rampante, mais ayant une tendance à s'élever au-dessus du sol, tandis que les inflorescences, conservant leurs gaines foliaires primitives se distinguaient déjà de la souche pourvue de feuilles limbées, à limbe entier ou fissuré.

Dans ce second état, les Phœnicoïdées ne s'écartaient pas beaucoup de certaines Graminées ; mais la différenciation ayant fait chez elles de nouveaux progrès, les feuilles finirent par acquérir la forme caractéristique qui leur est propre à l'intérieur de chaque groupe secondaire, section ou genre ; tandis que, de leur côté, les inflorescences revêtaient graduellement les traits et la configuration qu'elles ont respectivement acquis. Alors seulement, les Phœnicoïdées auront été organisées à peu près comme maintenant, sauf les sous-genres et les espèces qui sont sortis à leur tour d'un mouvement de différenciation semblable au précédent, mais ne portant que sur des détails de structure de plus en plus secondaires, les parties principales se trouvant désormais arrêtées dans leurs contours les plus essentiels. On arrive ainsi à reconnaître que les espèces ou formes sont dues presque uniquement à des diversités d'un ordre accessoire ; celles d'un ordre plus élevé, produites nécessairement les premières, ont donné naissance aux tribus et aux genres, et l'évolution, partant toujours de l'organe le plus essentiel et le plus anciennement constitué, s'est étendue graduellement aux autres, dans

l'ordre même de leur importance relative. Elle se trouve en fait, dans sa marche, le strict équivalent de nos formules de classification qui servent à nous traduire les phases successives de son action sur l'organisme.

Si les Phœnicoïdées se rattachent aux Glumacées par les Restiacées et les Graminées, les Lirioïdées tiennent également à cette même catégorie par l'intermédiaire des Joncées, qui touchent elles-mêmes aux Restiacées. Ce qui distingue l'ensemble des Lirioïdées, c'est l'ampleur et la régularité de la fleur et de ses enveloppes immédiates, ordinairemennt pétaloïdes. Cette ordonnance a entraîné, comme une conséquence peut-être naturelle, une séparation moins fréquente des éléments sexués, plus souvent réunis au sein de la même fleur que dans les séries précédentes des Phœnicoïdées et des Spadiciflores. Dans ces catégories, les sexes, tantôt rapprochés sur une même inflorescence, tantôt séparés sur des supports ou même sur des pieds différents, communiquent soit à l'aide du vent, soit par l'intermédiaire des insectes. De l'une ou l'autre façon, le but immédiat, celui de la reproduction, se trouve atteint, en même temps qu'un autre but, plus éloigné, mais pourtant d'une importance véritable, celui du croisement, est également rempli. En effet, le croisement, dans ce que son mécanisme a de plus simple, il est vrai, se réalise toutes les fois que sur un seul et même bourgeon floral, comme dans l'immense majorité des Spadiciflores et des Palmiers, l'un des sexes subsiste seul par suite de l'élimination de l'autre.

Cette élimination, dont les traces sont le plus souvent visibles, implique l'existence, au moins originaire, de fleurs hermaphrodites chez tous les végétaux que nous avons en vue. La plupart des fleurs des Phœnicoïdées ne sont devenues unisexuées qu'assez tard [1] et probablement par suite de l'emploi devenu inutile de l'un des sexes de chaque fleur, auquel les procédés de croise-

1. Les fleurs exceptionnellement hermaphrodites et les inflorescences polygames, c'est-à-dire présentant les deux sexes réunis, ne sont pas rares chez les Palmiers. Ces fleurs hermaphrodites se montrent assez fréquemment sur les spadices femelles des *Chamærops*, spécialement du *Ch.* (*Trachycarpus*) *excelsa* ou Palmier de Chusan. C'est là un phénonène de régression absolument analogue à celui dont nous constaterons plus loin l'existence et dont les chatons mâles de certains chênes nous offriront l'exemple.

ment vis-à-vis de l'autre sexe de cette même fleur enlevaient toute raison d'être. C'est surtout effectivement par la non-coïncidence de l'anthèse et du développement des éléments sexués d'une seule et même fleur et d'un seul et même pied que ces éléments cessent d'être aptes, par défaut de synchronisme, à remplir, les uns à l'égard des autres, leurs fonctions respectives. Dès lors intervient le croisement qui réalise les avantages attachés à son influence. Une fois entré dans le domaine des faits, c'est-à-dire devenu normal par l'avortement, d'abord partiel, ensuite constant, de l'un des sexes dans chaque fleur et par la répartition des fleurs unisexuées sur des inflorescences particulières, le phénomène a tendu vers une culmination d'intensité, dont les effets de la sélection sont venus accroître incessamment la puissance. C'est par là que l'action du vent est devenue prépondérante, toutes les fois qu'à l'exemple des Palmiers et de certaines Pandanées, les organes mâles se sont trouvés susceptibles de fournir une masse considérable de poussière pollinique.

Dans d'autres cas, où les sexes, bien que séparés sur des fleurs distinctes, sont cependant disposés côte à côte sur le même spadice et réunis sous la même enveloppe spathique, comme cela a lieu dans la plupart des Aroïdées, la fécondation demande, pour être opérée à coup sûr, une intervention plus délicate et plus intime; ce sont alors les insectes qui, attirés par l'odeur presque toujours intense, se chargent de ce soin. Comme ils voltigent en visiteurs d'un appareil à un autre, il est à remarquer qu'ils réalisent à la fois le croisement simple, c'est-à-dire de fleur à fleur, mais aussi deux autres sortes plus compliquées de croisement, consistant à transporter le pollen d'un spadice à un autre et d'un individu à un autre, par la fréquentation successive des divers pieds fleuris d'une même espèce.

Les procédés de croisement, phénomène d'une incontestable utilité pour la vigueur de la plante, sont encore plus nécessaires aux végétaux à fleurs hermaphrodites qu'à ceux dont les organes reproducteurs sont unisexués, puisque la structure des premiers semble les condamner en apparence à la fécondation autonome. Il n'en est rien pourtant, et, dans l'immense majorité des cas, ce sont encore les insectes qui réalisent la fécondation croisée de ces sortes de fleurs. Pour atteindre ce but, leur visite se trouve

combinée avec les suites d'une particularité de structure, mise en lumière par tous ceux qui ont touché à la question du croisement, par Sprengel, Hildebrand, Delpino, et surtout par Darwin. Cette particularité ne diffère pas au fond de celle à laquelle nous avons rapporté l'origine de l'unisexualité des fleurs de Palmiers. Elle résulte de la non-concordance des éléments sexués d'une même fleur, qui n'arrivent pas simultanément à l'état de parfait développement. Ce défaut de coïncidence varie selon les espèces et les groupes, l'organe mâle, comme l'organe femelle étant plus précoce ou plus tardif, selon les cas : de là, l'existence de fleurs « protérandres » ou « protérogynes » si fréquemment signalées. Le pistil des fleurs protérogynes emprunte presque à coup sûr, pour être fécondé, le secours du pollen d'une fleur éclose antérieurement, tandis que la fleur protérandre, incapable de féconder son propre pistil, fait nécessairement servir son pollen à la fécondation du pistil d'une autre fleur, qui a déjà laissé échapper le sien. De là des échanges obligés dont les insectes sont les agents inconscients et que l'on observe aussi bien chez les Dicotylées que chez les Monocotylées.

Il n'y a pas à douter que dans la seconde de ces deux grandes catégories, les fleurs à cycles ternaires alternants, hermaphrodites et régulières, ne se soient montrées les premières. Les différenciations et les particularités morphologiques se sont prononcées ensuite et sont allées en s'accentuant toujours plus. Ce sont ces fleurs normales et primitives dont les Lirioïdées offrent de nombreux exemples, et parmi elles nous choisirons, pour en faire une étude succincte, celles des *Yucca* et des *Dracæna*.

Les fleurs des *Yucca*, déjà mentionnées ci-dessus, comprennent cinq cycles ou verticilles successifs et alternants, formés chacun de trois membres, savoir : deux périanthes, l'un externe, l'autre interne; deux verticilles d'étamines, l'un extérieur, l'autre intérieur; enfin, un cycle de trois carpelles soudés par le côté intérieur et constituant un ovaire à trois loges. On reconnaît, par un examen même superficiel de ces fleurs, que les pièces du périanthe ne sont que des feuilles ou plutôt des gaines foliaires raccourcies et faiblement transformées. Il en est de même des étamines dont l'anthère terminale et oscillante au haut du filet, répond à une sorte de limbe rudimentaire, assis

sur la pointe apicale de la gaine. Les carpelles sont surmontés par des appendices stigmatiques, soudés entre eux inférieurement et couronnés par un nombre égal de lamelles bilobées, d'abord érigées et « conniventes », puis écartées; dans cette dernière situation, les lamelles s'étalent et découvrent leur face supérieure lisse, tandis que tout l'extérieur de l'organe est papilleux. Cette face supérieure des trois lamelles qui terminent les carpelles est destinée à recevoir l'imprégnation fécondante; elle fait l'office de stigmate et, dès le premier instant où les fleurs

Fig. 113. — Appareil floral et fécondation d'un *Yucca*. — A, appareil sexuel d'une fleur d'*Yucca*, immédiatement avant l'anthèse, et dépouillé de son périanthe, sous un faible grossissement. — B, fleur entière vue par dehors et dans sa position normale, au moment de l'anthèse. Les pièces extérieures du périanthe, légèrement écartées, permettent aux Hyménoptères l'accès des organes sexuels. — C, appareil sexuel de la même fleur, immédiatement après l'anthèse, montrant les filets staminaux dépourvus de leurs anthères, tranchées par les insectes visiteurs et fécondateurs (1/2 gr. nat.).

« toujours pendantes » commencent à s'épanouir, par l'écartement des pièces du périanthe, elle semble disposée à recevoir le pollen. Ces fleurs sont ainsi protérogynes, puisque, à ce même premier moment, les anthères encore closes sont érigées et appliquées contre la face interne du filet qui les supporte (voir la figure 113, en A). Il est vrai qu'elles se relèvent presque aussitôt, deviennent oscillantes et opèrent ensuite leur déhiscence à l'aide d'une double fente longitudinale de la face supérieure des loges; mais elles restent bien peu de temps dans cet état. Lors de l'anthèse effectivement, les pièces du périanthe ne s'écartent d'abord

qu'à peine; elles demeurent contiguës, au moins les intérieures. Recourbées en dessous, elles circonscrivent, grâce à leur situation décombante, une sorte de cavité close, véritable tente dans laquelle pénètrent aussitôt les Hyménoptères (fig. 113, en B). La visite de ces insectes friands de pollen a pour conséquence immédiate le détachement des anthères, dont on ne trouve bientôt que de faibles débris, tandis que les abeilles, furetant à l'intérieur, frôlant les parois de la fleur, rencontrent nécessairement le sommet de l'ovaire au moment du départ, lorsqu'elles quittent une fleur pour aller vers une autre. C'est bien par leur intermédiaire que s'opère la fécondation et le transport nécessaire du pollen dont elle se sont chargées en dévorant les anthères. L'opération est si rapide, qu'une couple d'heures à peine après l'épanouissement des fleurs nouvelles, les anthères ont le plus souvent disparu, tandis que les filets ou supports persistent plusieurs jours dans le même état, étalant leur sommet dépourvu d'anthères dont le point d'insertion est encore visible (fig. 113, en C).

On voit par ce qui précède que la fécondation des fleurs d'Yucca peut, au moins fréquemment, résulter d'un croisement de fleur à fleur, dû à l'entremise des Hyménoptères, particulièrement des abeilles. Ce mode de croisement est le plus simple de ceux dont les fleurs hermaphrodites offrent l'exemple. Il ne dépend, ni d'une conformation spéciale de l'appareil floral, ni de la présence de deux catégories de fleurs ou « dimorphisme », ni de l'impuissance du pollen vis-à-vis le pistil de sa propre fleur, mais uniquement du transport inconscient du pollen, et d'un léger retard dans le développement relatif de l'un des sexes par rapport à l'autre. C'est là une circonstance presque fortuite qui a dû se produire de bonne heure et nous avons vu plus haut que d'une semblable circonstance avait dû également dépendre le phénomène de l'avortement de l'un des sexes, dans les fleurs monoïques ou dioïques des Spadiciflores et des Phœnicoïdées.

Nous emprunterons un second exemple de croisement de fleur à fleur à une Dracénée, le *Dracæna Rumphii* Hort. (*Dr. fragrans* Gawl.?), que nous avons eu également l'occasion d'observer à ce point de vue. Ici, l'odeur suave que les fleurs répandent en s'ouvrant acquiert à la tombée de la nuit une intensité qui explique l'affluence des Lépidoptères volant de fleur en fleur. Nous

découvrons tout d'abord dans l'appareil reproducteur des *Dracæna* un degré de complexité de plus que dans celui des *Yucca* : les fleurs, réunies en très grand nombre sur une panicule plusieurs fois ramifiée, sont disposées de manière à former des glomérules cymoïdes, ou ombellules, munis de bractéoles à leur base et comprenant chacun de quatre à six fleurs qui s'ouvrent successivement à un jour d'intervalle et toujours le soir. La soudure partielle des segments du périanthe lui donne l'aspect d'un tube à six divisions ; à l'intérieur de ce tube, sont insérées six étamines dont les filets se terminent par des anthères oscillantes, mais érigées et appliquées contre ces filets, avant l'anthèse. Le gynécée consiste en un ovaire à trois loges, surmonté d'un style simple, dépassant les étamines et terminé par un stigmate obtusément trilobé, en forme de pelote finement veloutée-papilleuse. La fleur est plutôt protérogyne, c'est-à-dire que le stigmate est disposé pour la fécondation dès le premier moment de l'anthèse, tandis que les anthères repliées ne sont pas encore prêtes à laisser échapper leur pollen. — Vers cinq heures du soir, l'épanouissement des premières fleurs a lieu et continue à s'effectuer, pour toutes celles qui doivent s'ouvrir, avec rapidité et par une sorte de mouvement élastique. Les segments du périanthe s'écartent et se renversent en dehors ; en même temps, les anthères s'étalent horizontalement et la déhiscence de leurs loges opère l'émission de la poussière pollinique. Le stigmate, pareil à une pelote de velours blanc, attend l'imprégnation ; il domine au-dessus des anthères. L'odeur reste faible tant que le soleil est sur l'horizon et on n'aperçoit encore aucun insecte ; mais, un peu plus tard, entre huit et neuf heures du soir, toutes les fleurs du jour ayant achevé de s'ouvrir et d'étaler leurs segments calycinaux, l'odeur devient suave et de nombreuses noctuelles volent de fleurs en fleurs pour les visiter successivement : en suçant le nectar au fond du périanthe, les papillons frôlent nécessairement les anthères, recueillent le pollen et le transportent de manière à opérer la fécondation qui se trouve accomplie dans l'espace de quelques heures, la durée de chaque fleur se trouvant limitée à ce court espace de temps. Le lendemain, de très bonne heure, le phénomène est visiblement effectué ; et, particularité curieuse, tandis que l'ovaire est déjà gonflé et que le périanthe serré contre lui l'enveloppe étroitement, les anthè-

res vides et flétries pendent en dehors dans l'intervalle des lobes calycinaux qui, par un mouvement inverse, sont appliqués sur l'ovaire.

Les types floraux monocotylés que les Lirioïdées viennent de nous montrer comprennent cinq à six cycles de verticilles ternaires, dont les membres, égaux en nombre comme en dimension et toujours distincts, sont tantôt libres, tantôt cohérents dans chaque verticille, la cohérence entre verticilles étant d'ailleurs nulle ou faiblement prononcée. — De ce premier état de la fleur, état qui concorde avec un mode de croisement rudimentaire, les Monocotylées, dont nous ébauchons l'histoire évolutive, se sont avancées graduellement dans plusieurs directions, en atteignant un degré de complication supérieure, au double point de vue de la structure des parties de la fleur et des conséquences de cette structure relativement au phénomène de la fécondation croisée.

La fleur des Monocotylées, dans le mouvement évolutif auquel elle a cédé, s'est compliquée de trois façons : 1° par l'avortement, la réduction ou la transformation de certaines parties. C'est ainsi que les pièces florales, au nombre de trois par verticilles, ont été ramenées à deux ou à une seule ou ont changé d'aspect et de rôle, comme il est arrivé dans les Scitaminées, par exemple, où le nombre des vraies étamines est toujours inférieur à trois, les autres prenant l'aspect de staminodes pétaloïdes. 2° par la soudure et le déplacement des verticilles, disposition d'où proviennent les ovaires engagés ou infères d'une foule de genres. 3° enfin par la tendance à l'irrégularité des parties principales ou accessoires de la fleur. On conçoit que les groupes les derniers parus soient ceux où ces trois ordres de complexités, diversement combinés, se manifestent avec le plus d'énergie. Les Iridées, Broméliacées, Scitaminées, Orchidées, etc., paraissent réellement sous ce rapport les plus éloignées à divers égards de l'ordonnance florale primitive, et sans doute aussi ces plantes représentent les Monocotylées les plus récentes, mieux encore, celles qui répondent aux ramifications dernières de l'arbre généalogique, détachées le plus tard de la souche commune.

Ces conclusions ne signifient pas cependant que tous les types d'Iridées ou de Scitaminées soient nécessairement plus récents que tel ou tel genre ou sous-genre de Graminées. On aurait tort d'aller jusque-là ; mais il est naturel d'admettre qu'à l'époque

où l'ordre des Graminées a commencé à évoluer à part, les combinaisons florales d'où les Iridées et les Scitaminées sont sorties ne s'étaient pas encore réalisées. Il a bien fallu qu'il existât des Monocotylées glumacées, c'est-à-dire plus ou moins assimilables aux Graminées ou aux Restiacées actuelles, avant qu'il se montrât des Lirioïdées, déjà plus évoluées que les premières, et finalement c'est une branche collatérale et cadette des Lirioïdées qui aurait donné naissance à l'ordonnance florale et végétative d'où les Iridées et les Scitaminées sont issues, à l'aide de la modification d'un type originairement pourvu de fleurs régulières et pétaloïdes.

Telle paraît être l'économie du plan et du processus génétique d'après lesquels on peut concevoir la marche des Monocotylées, en jetant sur elles une vue d'ensemble et sans pénétrer dans les détails que l'état actuel des connaissances interdit de préciser. Il convient seulement d'ajouter que cette complexité croissante des parties de la fleur, admises d'abord comme régulières et plus ou moins libres d'adhérence mutuelle, a entraîné également des résultats de plus en plus variés et des particularités de plus en plus prononcées à l'égard de la fécondation croisée. C'est là une adaptation d'un ordre spécial et cette adaptation est d'autant plus étroite que l'on s'adresse à des plantes plus transformées et plus parfaites à ce point de vue par la structure de leurs fleurs. Ce n'est plus alors un simple croisement de fleur à fleur ces fleurs demeurant d'ailleurs égales entre elles, que l'on constate, mais des dispositions organiques combinées de manière à rendre ce croisement inévitable et à annuler presque complètement les effets de l'hermaphroditisme, qui, en dépit des apparences, n'existe réellement plus.

L'un de ces moyens est le « dimorphisme », qui consiste dans la présence sur la même plante de deux ou plusieurs catégories de fleurs, dont les unes exigent pour être fécondées l'intervention du pollen d'autres fleurs, tandis que d'autres encore, ordinairement plus petites et moins visibles, demeurent capables de se féconder elles-mêmes; M. Darwin a mis en lumière, dans son livre sur la fécondation des Orchidées, les particularités de structure qui s'opposent presque toujours, dans cette famille, à ce que le pistil d'une fleur reçoive l'imprégnation de son propre pollen, et souvent une espèce déterminée d'insectes devient

l'agent indispensable, bien qu'inconscient, de l'opération qui seule peut rendre fertile l'organe visité par lui. Il semble qu'en fait ce soit principalement à l'aide du croisement, et par les conséquences qu'il a entraînées, que les plantes angiospermes soient arrivées à ce degré de différenciation et de variation morphologiques qui leur a permis de prendre une extension, accrue par la multiplicité des formes individuelles, devenues ensuite des races permanentes et finalement des espèces, les unes toujours flottantes, les autres plus rigoureusement limitées.

Avant de quitter les Monocotylées, il nous reste à examiner si les notions rares et incomplètes, il est vrai, que nous fournissent les documents fossiles, concordent avec les prémisses que nous venons de poser, en les retirant de l'étude des plantes actuelles.

Nous avons déjà signalé, dans le chapitre précédent, l'existence, lors des temps secondaires, d'une série de Spadiciflores proangiospermiques, parmi lesquelles il en est plusieurs qui pourraient bien dénoter des Monocotylées primitives, assimilables soit aux Aroïdées, soit aux Pandanées. Il en est ainsi des portions de spadices, cylindroïdes et fusiformes, couverts à la surface d'un réseau d'aréoles correspondant à autant de compartiments comprimés sur les côtés, signalés en Angleterre par M. Carruthers, en Italie par M. de Zigno et désignés sous le nom générique d'*Aroides*. Un échantillon présentant avec ceux-ci une certaine analogie d'aspect, mais trop vague dans les contours pour être exactement déterminé, a été également recueilli dans les calcaires lithographiques de Cirin; mais ce sont là des vestiges épars qui ne suffisent pas pour donner la date de l'apparition des Spadiciflores monocotylées. En nous attachant aux débuts supposés, mais encore incertains de la classe, nous rencontrons, dès le trias, un type problématique attribuable soit à une Glumacée, soit à une Typhacée prototypique. Il s'agit des *Æthophyllum* de Brongniart, que Schimper [1] considère comme des plantes marécageuses, à tiges érigées, rameuses, striées à la surface, pourvues de feuilles linéaires, très espacées, insérées par verticilles de trois et décurrentes inférieurement sur la tige principale, plus courtes et bractéiformes sur les rameaux que

1. *Traité de Pal. vég.*, II, p. 519.

terminait une inflorescence spiciforme. La base articulée de cette inflorescence montre les vestiges d'un involucre de feuilles rudimentaires. Il serait possible, d'après cette description, due à l'habile observation de Schimper et tracée sur des échantillons originaux, que les *Æthophyllum* dussent être rangés non loin des *Typha* et des *Sparganium*. Il est cependant plus probable de reconnaître en eux quelque type proangiospermique, imparfaitement caractérisé, antérieur au moment où les groupes actuels auront commencé à se différencier.

C'est encore aux Proangiospermes, dans le doute de ce qu'ils étaient réellement, qu'il convient de rapporter les *Yuccites*, type [1] dont les feuilles sont bien connues et qui se montre à partir du trias pour se perpétuer ensuite à travers le lias et l'oolithe, peut-être encore au delà jusque dans la craie. Mais, si les feuilles des *Yuccites*, sessiles et amplexicaules à la base, rubanées au-dessus de cette base et dans le reste de leur étendue, avec un limbe dépourvu de côte médiane, occupé par des nervures longitudinales reliées entre elles par des nervilles obliquement transversales, affectent les caractères que nous avons établis comme ayant dû caractériser celles des Proangiospermes, avant toute différenciation de l'organe, il n'en est pas moins vrai que ce même type foliaire ne s'écarte pas de celui que présentent encore beaucoup de Monocotylées soit Spadiciflores, soit Glumacées ou Lirioïdées, en sorte que l'on est bien obligé de reconnaître que, par leurs feuilles, les Monocotylées se lient étroitement à la tige prototypique dont elles ne seraient qu'un prolongement à ce point de vue. En tout cas, elles auraient moins divergé de cette tige, en se constituant de meilleure heure et s'arrêtant à un degré inférieur de transformation organique. Ces conclusions sont bien celles que nous avons développées précédemment et adoptées comme les plus vraisemblables.

C'est sur l'horizon de l'infralias que l'on doit signaler la présence le plus anciennement constatée d'un type encore existant de Monocotylées, celui des Najadées, sortes de Glumacées simplifiées et appauvries. C'est effectivement à ce type, et par conséquent à l'ordre des Fluviales, que Schimper [2] rapporte sans

1. *Traité de Pal. vég.*, II, p. 426.
2. *Ibid.*, II, p. 460.

hésitation le genre *Najadita* de Buchmann [1], qui comprend trois espèces, *Najadita lanceolata* Brod., *N. obtusa* Buchm., *N. petiolata* Buchm., provenant d'un dépôt d'eau douce du lias inférieur du comté de Gloucester en Angleterre. Les feuilles alternes, sessiles et semi-amplexicaules ou brièvement pédicellées, lancéolées ou ellipsoïdes, sont pourvues de nervures longitudinales nom-

Fig. 114. — *Pistia Stratiotes* L. et *Pistia Mazeli* Sap. et Mar., feuilles comparées. — A et B, feuilles du *Pistia Stratiotes*, espèce vivante des eaux du Nil et des fleuves américains. — C et D, feuilles du *Pistia Mazeli*, espèce fossile observée dans les lignites crétacés de Fuveau en Provence (gr. nat.).

breuses, reliées entre elles par des nervilles transverses et comme fenestrées.

Le genre *Najadita* n'est pas sans analogie, par les caractères de sa nervation, avec les Rhizocaulées de l'un de nous, dont les affinités avec les Restiacées par les appareils fructificateurs, avec les Eriocaulées par les feuilles, se trouvent démontrées par une foule d'exemples. Les Rhizocaulées, dont les tiges avaient la faculté d'émettre des radicules adventives, étaient des plantes palustres, vivant en colonies serrées aux bords des lacs tertiaires du midi de la France ; mais elles étaient répandues en Provence bien avant cette époque et dès la seconde moitié de la craie, lors du dépôt des lignites de Fuveau, à la formation desquels elles ont certainement contribué.

Dans les mêmes couches et par conséquent sur ce même horizon de la craie supérieure, nous avons déjà signalé la présence certaine d'un *Pistia*, les spadices épars et géminés d'un type voisin de celui des *Acorus*, par conséquent les vestiges de deux Spadiciflores, auxquelles il est naturel de joindre les fruits d'une Nipacée. Dès ce moment, les Monocotylées prennent visiblement l'essor et se décèlent à nous, non plus par quelques vestiges,

1. J. Buchmann, *On some foss. Plants from the lower lias* (*Quart. Journ. geol. soc.*, 1850).

mais représentées par des familles et même des genres qui font encore sous nos yeux partie de cette classe.

Nous allons énumérer les principaux et les mieux déterminés de ces types monocotylés de la craie.

Les Fluviales ou Hélobiées ont laissé des traces appréciables. — Dans la craie groënlandaise du système d'Atané (*Atanes-chichten*), à côté d'une Typhacée, le *Sparganium cretaceum* Hr., M. Heer signale une Alismacée, *Alisma? reticulata* Hr., qui offre la nervation caractéristique du groupe, particulièrement du *Sagittaria falcata* Pursh, des lacs de la Caroline. Le *Majanthemophyllum cretaceum* Hr., de la même flore, dénote peut-être encore une Fluviale (*Potamogeton*), et nous sommes disposés à voir une Hydrocharidée, *Vallisneria Begouini*, dans une empreinte du garumnien d'Auzas, près de Toulouse, communiquée par M. le comte Bégouin. L'*Arundo groenlandica* Hr., représenterait la plus ancienne Glumacée déterminée génériquement, si l'absence de tout vestige d'une médiane dans les fragments de feuilles figurés jusqu'ici n'inspirait pas quelque doute au sujet de l'attribution proposée par M. Heer, qui cependant n'exprime à son égard aucune réserve.

Les Palmiers font alors leur apparition en Europe avec le *Flabellaria chamæropifolia* Gœpp., de Silésie, qui appartient au type flabellé et le *Flabellaria longirhachis* Ung., de Muthmansdorf, retrouvé récemment dans la craie d'eau douce de Fuveau. Les frondes de cette dernière espèce marquent un passage du type flabellé vers le type pinné et rappellent surtout le *Phœnicophorium* des Seychelles.

Cette apparition des Palmiers, dont on ne rencontre d'ailleurs aucun vestige à l'intérieur de la région arctique, ni même jusqu'ici dans le Dakota-group d'Amérique, n'autorise pas à soutenir qu'il n'existât pas de Phœnicoïdées antérieurement ni que les espèces européennes de la craie supérieure aient été réellement les premières de leur ordre; mais, comme l'on n'a pas encore constaté de traces de ces végétaux dans des couches plus anciennes que le cénomanien et qu'au contraire, on voit les Palmiers se multiplier partout, en Europe aussi bien qu'en Amérique, à partir de l'horizon de la craie supérieure, et se montrer à profusion à mesure qu'on s'avance dans le tertiaire, il faut bien conclure de cette marche que les Phœnicoïdées,

longtemps obscures et sans doute imparfaitement caractérisées, n'ont pris l'essor en fixant leurs traits définitifs que lors de la craie moyenne au plus tôt. Cet âge marquerait la date de la première extension du groupe, peut-être aussi de son introduction sur le continent européen. Avant lui, les Phœnicoïdées, comme nous l'avons expliqué, devaient ressembler plus ou moins aux jeunes des Palmiers actuels, dont elles avaient sans doute les feuilles indivises. Ce qui tendrait à prouver ce développement graduel d'une famille demeurée prédominante dans les régions chaudes, c'est l'exiguïté relative des formes primitives, généralement inférieures par leur dimension à celles que nous connaissons, surtout aux types de la zone torride. Rien pourtant ne se

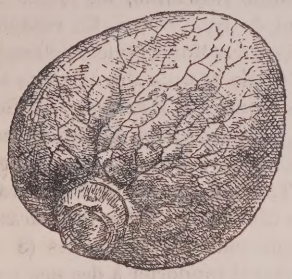

Fig. 115. — *Fruit présumé d'une Phœnicoïdée primitive.* — Ce fruit, naturellement moulé provient de la craie inférieure de la Haute-Marne. — Son attribution à un Palmier est probable, sans être certaine (gr. nat.).

serait opposé à la propagation des grandes espèces sur notre sol, si cette petite taille n'eût été celle de la généralité des Palmiers d'alors. Il est probable que ces végétaux n'ont acquis qu'à la longue les proportions élevées qui distinguent la majorité des espèces actuelles. A cet égard, malgré la diminution déjà sensible de la chaleur, il est à remarquer que les formes oligocènes des Palmiers européens sont encore celles, parmi les fossiles, qui paraissent avoir atteint les proportions les plus considérables, ainsi que l'attestent les espèces recueillies par Visiani et Massalongo à Monte-Vegroni et même les empreintes du *Sabal major* Ung., dont les frondes égalaient presque la dimension de celles du *Sabal umbraculifera* Jacq., actuellement indigène des Antilles. Mais en s'adressant à une période plus

ancienne, on n'a qu'à mettre en parallèle le *Palæophœnix Aymardi* Sap., dont le régime et la fronde sont également connus [1], avec le *Phœnix dactylifera* L. son correspondant actuel, pour reconnaître que l'avantage de ces sortes de comparaisons reste à l'espèce vivante, bien plus robuste évidemment que l'espèce fossile, son homologue.

En fait de Lirioïdées provenant de la craie, nous ne pouvons citer, en négligeant, comme par trop douteux, les *Eolirium* de l'urgonien, qu'une seule feuille du turonien de Bagnols (Gard). Elle est rubanée, visiblement coriace et laisse voir une base sessile épaissie en onglet à l'endroit de l'insertion. Le limbe est occupé par des nervures longitudinales très serrées sans trace de médiane. Cette feuille ressemble, au moins extérieurement, à celles des *Dracæna* du type *Draco*. En récapitulant les notions précédentes, relatives aux Monocotylées déterminables, observées jusqu'ici dans la partie récente des terrains secondaires, il est facile de constater que les *Pandanus* de Gosau, les *Nipa* et *Pistia* de Fuveau, le *Sparganium* du Groënland, parmi les Spadiciflores; les *Alisma* et *Vallisneria* de la craie du Groënland et du garumnien de Toulouse, parmi les Fluviales; l'*Arundo groenlandica*, parmi les Glumacées; enfin, le *Dracæna? vetustior* Sap. et Mar., de Bagnols sont les seuls types (8 en tout) que l'on puisse un peu sûrement rapporter à des genres encore existants. Ces indices, en même temps qu'ils confirment la pensée déjà exprimée de l'extension précoce des Spadiciflores, qui comprennent à elles seules la moitié des genres mentionnés, nous font toucher du doigt avec quelle lenteur la classe entière a complété son mouvement évolutif; combien de temps elle est restée faible et subordonnée, avant de prendre définitivement l'essor. Cet essor, du moins à en juger par les apparences, a plutôt suivi que précédé celui des Dicotylées, bien que la présence constatée des premiers vestiges de Monocotylées semble remonter à une époque plus éloignée des temps secondaires.

En définitive, d'après nos connaissances actuelles, c'est seulement avec le tertiaire que les divers genres de Monocotylées, soit demeurés indigènes, soit devenus exotiques, commencent à se

1. *Essai descriptif sur les plantes foss. des arkoses de Brives, près le Puy-en-Velay*, par le comte G. de Saporta; Le Puy, 1878; p. 25, pl. 1 (ext. du XXXIII[e] vol. des *Annales de la Soc. d'agric. et sc. du Puy*).

montrer avec une certaine abondance, pour ne pas cesser de se multiplier d'étage en étage. Cette richesse croissante accuse la marche ascendante de la classe à partir de l'époque qui vient d'être signalée; elle témoigne en même temps de son indigence relative dans les temps immédiatement antérieurs au tertiaire, et de son absence presque absolue, si l'on remonte plus en arrière.

Telle est, selon nous, la conclusion à laquelle nous sommes forcément amenés par l'apparence des faits et l'examen que nous allons faire de la catégorie des Dicotylées ne nous en suggérera pas d'autre à l'égard de celles-ci. Les deux séries auraient cheminé parallèlement et leur extension respective aurait dépendu d'une seule et même loi, sous l'empire de laquelle elles se seraient développées graduellement vers la seconde moitié des temps crétacés. Mais, au sortir de cette période, à partir du tertiaire et en avançant vers des étages de plus en plus récents, dans quel ordre se présentent à nous les genres actuels de Monocotylées, et cet ordre est-il de nature à fournir quelque lumière sur le sens de l'évolution dont nous avons esquissé le tableau présumé, d'après l'analyse des caractères de la classe considérée dans son ensemble? — C'est là un dernier point de vue que nous devons envisager.

Il est évident qu'une foule de Monocotylées herbacées ou croissant à l'écart des eaux courantes et des lacs, à organes marcessants, ou représentées par des feuilles peu reconnaissables, resteront à tout jamais inconnues à l'état fossile. Pour ce qui est des autres, de celles qu'une chance heureuse a préservées de l'oubli, voici en résumé ce qu'on en peut dire.

Les Hélobiées ou Fluviales, sous l'influence de l'habitat aquatique qui a favorisé leur conservation, se montrent dans l'ordre suivant : en premier lieu les genres marins *Posidonia* et *Zostera* (paléocène de Gelinden); divers indices, il est vrai, rendent probable l'existence des Zostères dès la base de la craie, peut-être même auparavant. Viennent ensuite les genres *Potamogeton* L. (éocène de Bolca et de Paris, éocène sup. des gypses d'Aix); — *Ottelia* Pers. (éocène de Paris); — *Vallisneria* Michx. (gypses d'Aix); — *Alisma* L. (gypses d'Aix); — *Sagittaria* L. (miocène de l'Alaska); — *Hydrocharis* L. (miocène d'OEningen, lignites de Bonn et de Salzhausen); *Butomus* L. (OEningen); — *Stratiotes* L. (OEningen); — *Najas* L. (OEningen).

Une pareille réunion, en même temps qu'elle témoigne de la richesse des dépôts tertiaires d'eau douce, devient un indice précieux du développement rapide de la série des Fluviales dès le début des temps tertiaires. L'ordre relatif de développement donne la priorité aux Najadées et aux Potamées, dont la double adaptation aux eaux douces et saumâtres ou marines, de même que l'appauvrissement par réduction des parties justifient l'ancienneté. Ensuite et immédiatement après viennent les Hydrocharidées et Alismacées, tandis que de leur côté les Potamées achèvent de différencier leurs formes en se multipliant et se répandant partout. Dans le cours du miocène, il est possible de constater l'extension très grande des *Potamogeton*, depuis le Spitzberg jusque dans le midi de l'Europe.

Les Glumacées, à l'exemple des Hélobiées, ont certainement précédé le dépôt des terrains tertiaires. Cependant, c'est seulement à partir de l'éocène que leur essor commence à se manifester par l'apparition de divers genres échelonnés dans l'ordre suivant : *Bambusa* L. (éocène du bassin de Paris) ; — *Arundo* L. (éocène sup. des gypses d'Aix) ; — *Festuca* L., *Brachypodium* P. de Beauv. (gypses d'Aix ; — *Carex* Michx. (gypses d'Aix et oligocène de Provence) ; — *Cyperus* L. (aquitanien) ; — *Juncus* L. (aquitanien) ; — *Phragmites* Trin. (miocène d'OEningen) ; *Panicum* L. (OEningen) ; — *Oriza* L. (OEningen). — Les indices précis fournis par les Glumacées sont trop clairsemés pour se prêter à des conclusions générales bien significatives. Les grandes formes, *Arundo* et *Bambusa*, paraissent avoir été constituées de bonne heure et avoir amené par différenciation la présence et l'extension des autres. Les Arundinées, Bambusées, Festucacées et Panicées pourraient bien avoir devancé en Europe les autres groupes ou du moins avoir pris plus tôt que ces derniers un développement relatif, favorable à la conservation de leurs débris. L'extension des Cypéracées, la présence des Joncées ont dû être un peu postérieures. L'abaissement de la température, qui date en Europe de l'oligocène, n'a pas été étranger à l'arrivée et surtout à la multiplication des *Carex* et *Cyperus* vers le commencement du miocène, lors de l'aquitanien.

Il faut croire, comme nous l'avons conjecturé, que les Phœnicoïdées avaient obéi à un premier mouvement d'extension, dans un âge où ces plantes ne possédaient encore ni leurs frondes

caractéristiques, ni l'aspect qui les distingue. C'est à l'aide d'une évolution particulière à chacun des groupes, préalablement cantonnés au sein d'une région mère déterminée, que les différents types de Palmiers auraient finalement acquis la structure morphologique spéciale à chacun d'eux. C'est ainsi que s'explique naturellement la marche du groupe, puisque dès le début de son essor, il se trouve représenté en Europe par des formes qui ensuite n'ont plus beaucoup varié et qui paraissent se rattacher à une distribution géographique dont la liaison avec celle qui dépend de l'ordre actuel demeure visible.

Ainsi, dès l'éocène, on rencontre déjà les genres *Phœnix* (*Palæophœnix Aymardi* Sap., éocène du Puy-en-Velay) et *Sabal* (*Sabal andegavensis* Sap., éocène sup., de la Sarthe). Pour ce qui est des véritables *Flabellaria* (*Flabellaria Lamanonis* Brngt., éocène sup., des gypses d'Aix), ils pourraient bien avoir touché de plus ou moins près aux *Thrinax*. On observe bientôt après, au moins d'une façon probable, les genres *Calamus* L. (miocène inf. d'Armissan); *Latania* Comm. (oligocène du Vicentin); *Geonoma* Wild. (miocène inf.); *Manicaria* Gærtn. (miocène inf.); *Chamærops* L. (mollasse Suisse miocène). — L'absence ou du moins l'extrême rareté des organes de la reproduction oppose aux autres rapprochements que l'on serait tenté de proposer un obstacle réellement insurmontable.

Les Lirioïdées ne sont précédées que par le seul *Dracæna vetustior* du turonien de Bagnols, auquel il faut joindre pourtant, à titre d'indice, un lambeau de feuille du Groënland, nommé par M. Heer *Zingiberites pulchellus* [1], et que cet auteur range dubitativement parmi les Scitaminées. Il faut ensuite s'avancer jusqu'à l'éocène proprement dit pour avoir occasion d'observer avec sûreté les genres *Smilax*, *Dracæna* et *Musophyllum*. Celui-ci dénote certainement la présence d'une Scitaminée, soit *Musa*, soit peut-être *Canna* dans la flore des Gypses d'Aix. Le premier, identifié légitimement avec nos *Smilax* vivants, se multiplie rapidement à travers les étages suivants et n'a plus abandonné notre sol. On l'observe dans tous les gisements un peu riches jusque dans le pliocène. Enfin, le second reproduit fidèlement le type du Dragonnier des Canaries, c'est-à-dire du type qui semble le

1. *Kreidefl. d. arctisch. Zone*, p. 105, tab. 27, fig. 12 q.

moins différencié de tous ceux que renferme le groupe des Dracénées.

Dans le cours du miocène seulement, on constate la présence des genres *Iris* L., — *Bromelia* L., — *Agave?* — *Zingiber* Rosc. — On est presque autorisé à soupçonner dans cette marche les indices d'un développement plus tardif des Lirioïdées, comparées aux autres séries; et, parmi elles, des types signalés les derniers et qui sont évidemment plus complexes relativement, puisque leur plan floral est évidemment plus élaboré. On entreverrait ainsi une prédominance originaire et d'une durée plus ou moins longue des Lirioïdées à plan floral régulier sur la foule de celles dont les organes reproducteurs se distinguent au contraire par la soudure et les irrégularités de leurs éléments constitutifs. Mais d'autre part, et nous terminerons par cette réflexion, les documents que met à notre disposition la botanique fossille sont d'une telle insuffisance qu'on doit s'abstenir avant tout de chercher à retirer de leur examen autre chose qu'une vue provisoire projetée sur quelques jalons épars

CHAPITRE VII

STADE ANGIOSPERMIQUE — ORIGINE ET ÉVOLUTION PARTICULIÈRE DES DICOTYLÉES

S'il est une catégorie de végétaux dont l'unité incontestable se maintienne en dépit de toutes les diversités secondaires, c'est bien celle des Dicotylées, divisée sous nos yeux en une foule de sections auxquelles le nom de « Famille » a été appliqué par tous les botanistes, à partir de Jussieu. Cette dénomination de famille, malgré l'accord des hommes spéciaux, ne doit pas faire illusion au point d'autoriser la croyance que chacune d'elles soit établie sur un plan assez fixe pour aboutir à des limites nettement déterminées. Outre les divergences d'opinion, outre les tendances qui ont poussé les auteurs à élever au rang de familles beaucoup d'anciennes tribus, par le démembrement systématique des divisions originairement adoptées, il existe des « alliances » qui réunissent plusieurs familles dont l'affinité réciproque semble justifier ce mode de groupement. Mais, en allant au fond des choses, et la remarque concerne également les Monocotylées, on reconnaît surtout que les différences servant de base soit aux familles considérées isolément, soit aux alliances ou groupes de familles, reposent constamment sur des caractères inférieurs, comme valeur, à ceux qui servent au classement des sections équivalentes, dans les végétaux autres que les Angiospermes. Ni le plan de la tige, ni la structure intime de l'ovule ou le processus embryonnaire, ni même la nature des supports immédiats des éléments reproducteurs ne se trouvent en jeu. Il faut descendre plus bas pour rencontrer des parties dont la va-

riabilité relative fournisse le moyen de distinguer entre elles les familles et les alliances de familles.

C'est aux phénomènes qui suivent la fécondation, c'est-à-dire à la position de l'embryon, ou mieux à son orientation au sein de l'ovule, à ses relations avec le périsperme ou provision de substance nutritive, à l'absence, à la présence ou à la nature de celui-ci, enfin c'est aux rapports des carpelles entre eux et au mode de placentation qui naît de ces rapports dans le péricarpe définitivement constitué que ces caractères d' « ordre » ont été empruntés. Si l'on joint à ces notions d'autres moins essentielles tirées du nombre et de la disposition des parties et concernant les éléments de la fleur ou les feuilles, on aura à peu près énuméré tout ce qui intéresse la définition des familles; et cette revue suffira pour convaincre qu'avec les Dicotylées l'évolution vient d'atteindre un de ses termes les plus avancés. Laissant les organes les plus essentiels dont la structure définitive est maintenant arrêtée, elle se rejette sur des détails de moins en moins importants, à mesure qu'elle poursuit son œuvre et que des familles, elle passe aux genres et de ceux-ci aux espèces. Les linéaments principaux du plan organique étant désormais invariables, l'évolution toujours active ne rencontre, en fait d'éléments plastiques, que des parties subordonnées et plus ou moins secondaires; exclue des points devenus fixes, elle agit ailleurs et son domaine pour être restreint aux détails n'en demeure pas moins étendu. En constatant ce dédoublement indéfini d'une classe, à la fois une par le plan fondamental et multiple par les combinaisons auxquelles elle continue à se prêter, on est forcé d'admettre qu'à l'élasticité de la trame organique s'est ajoutée chez les Dicotylées l'impulsion de circonstances favorables, contribuant à leur donner l'essor. La métamorphose des Proangiospermes en Dicotylées n'a pas eu lieu en un jour; trop de complexités accumulées autorisent à le penser; et pourtant la classe elle-même, à l'âge correspondant à cette élaboration, est restée dans la pénombre d'une profonde obscurité, double phénomène qui rend plus étonnante et plus merveilleuse la diffusion soudaine qui a suivi, immédiatement après l'infracrétacé, à la hauteur du cénomanien. Nous reviendrons sur cette extension ainsi que sur les circonstances qui ont pu la déterminer. Mais, comme les Dicotylées se montrent dès lors puissantes et différenciées,

qu'elles étaient sans doute anciennes et déjà éloignées de leur premier berceau, nous avons besoin, pour remonter conjecturalement à ce premier âge, de considérer, non pas les documents fossiles, insuffisants à ce point de vue, mais ceux qui résultent de l'étude des plantes actuelles, en nous attachant à celles qui présentent le plus visiblement les traces de l'apparence primitive et des modifications successivement éprouvées.

Dans l'appréciation que nous allons faire, nous serons guidés par certains principes que nous tenons à proclamer dès l'abord; les voici condensés sous forme d'axiomes : dans chaque série, toute transformation organique est nécessairement postérieure à l'organe transformé et celui-ci doit être tenu pour préexistant; toute modification partielle a dû devancer dans le temps un changement du même ordre plus général et plus complet. Il en est également ainsi des soudures et des avortements, et au total, dans les appareils sur lesquels l'évolution a exercé son action, les parties libres, distinctes et non réduites, gardant leur place et conservant leurs fonctions normales, en un mot non détournées de leur rôle originaire, sont nécessairement antérieures aux représentants morphologiques, atrophiés ou hypertrophiés, de ces mêmes parties. — Dirigés par ces principes, nous devons être à l'abri de l'erreur.

Enfin, dans l'ordre sériel des transformations, il a dû se présenter le phénomène suivant : tandis qu'un mouvement d'évolution entraînait l'ensemble des Dicotylées; sous l'empire de ce mouvement, les plans organiques auxquels nous rapportons les groupes très inégaux en valeur, désignés du nom de famille, se détachaient successivement de la tige mère, à mesure que celle-ci se ramifiait. Mais cette ramification opérée en divers temps et de plusieurs façons n'a rien eu d'uniforme dans sa manière de s'effectuer.

Bien que chaque famille soit issue d'une combinaison qui marque le point de départ commun de toutes les plantes qu'elle comprend, sa genèse est loin cependant d'avoir été la même pour toutes et de répondre à une seule et même formule. La direction suivie par les familles diffère beaucoup selon celles que l'on considère. Il en est de même sur un arbre où certaines branches naissent directement du tronc, tandis que d'autres résultent de ramifications de troisième ou quatrième rang. Parmi

les familles des Dicotylées, les unes, fixées de bonne heure, remontent à un âge où la classe était encore à demi flottante, et elles portent l'empreinte de cet état primitif. Branches collatérales d'une souche faiblement et imparfaitement subdivisée, elles ont dès lors poussé parallèlement à cette souche : moins transformées que les familles plus récentes, elles ont gardé, à l'exemple des Nymphéacées, des Magnoliacées, des Renonculacées, etc., des appareils floraux plus simples et moins réduits que ceux des familles particularisées en dernier lieu. Celles-ci qui sont les plus nombreuses sont aussi plus étroitement adaptées; résultant d'un ensemble de combinaisons moins hâtives, par cela même plus fécondes, elles ont pour elles la multiplicité des nuances, bien que ces nuances soient moins nettes, puisqu'elles dépendent de détails plus petits. Généralement cosmopolites et fertiles en individus, ces familles sont à la fois plus répandues et moins tranchées que celles qui les avaient devancées. Mais à quelque distance que l'on veuille se placer du point initial, aucun de ces groupes n'a échappé à l'action évolutive. Tous, une fois individualisés, ont varié plus ou moins, chaque série partielle se comportant à la façon de l'ensemble, allant comme lui du simple au composé, des organes libres aux organes adhérents ou soudés et diversement combinés, en s'avançant plus ou moins dans cette direction.

Dans le but d'établir ce que durent être les plus anciennes Dicotylées, nous rechercherons les caractères qu'elles possèdent en commun et que les Monocotylées n'offrent pas ou ne présentent qu'imparfaitement. A l'aide de ce procédé aussi simple que rationnel, nous obtiendrons la mesure des notes différentielles qui distinguaient la tige première, d'où les diverses branches de Dicotylées sont sorties par ramification.

Le plan caulinaire doit être considéré avant tout. Celui des Dicotylées normales ne diffère pas de ce qui existe à cet égard chez les Acicularіées, sauf par un seul point; mais ce point est essentiel, puisqu'il s'agit de la présence constante d'éléments vasculaires, vaisseaux ponctués, annelés ou spiralés, associés aux fibres ligneuses en quantité plus ou moins considérable, tantôt disséminés sans ordre, tantôt distribués par séries ou par groupes. Ainsi la région du bois n'offre plus la même uniformité de structure; le parenchyme, dont nous avons constaté la pré-

sence restreinte chez certaines Acicularièes, se montre avec bien plus d'abondance, égalant parfois en importance les fibres ligneuses. Au total, la constitution du bois est ici plus riche en éléments variés [1], plus différenciée que dans aucune des Gymnospermes connues. Les *Gnétacées* occupent pourtant une situation intermédiaire, au point de vue du bois, entre les Gymnospermes et les Dicotylées. Le point de départ du corps ligneux de celles-ci, dont l'épaisseur résulte, comme on le sait, d'anneaux concentriques marchant du centre à la périphérie, est la zone cambiale ou « cambium » qui fonctionne comme chez les Acicularièes et qui s'établit par suite de l'activité méristématique permanente des faisceaux foliaires, ordonnés en cercles et reliés latéralement, de manière à réaliser une soudure annulaire des îlots cambiens d'abord discontinus.

Dans le mode de production de ce phénomène, très uniforme de sa nature, nous ne découvrons que de faibles différences, si l'on fait abstraction de son énergie, de sa durée et de sa périodicité, sujette évidemment à des variations relatives dont nous n'avons nullement à nous préoccuper ici [2]. De Bary [3], dans sa remarquable appréciation du procédé d'accroissement secondaire des tiges normales de Dicotylées, ne distingue que deux cas principaux, tenant à l'absence ou à la présence de faisceaux intermédiaires spéciaux à la tige, servant à rejoindre l'anneau d'abord interrompu, formé par les faisceaux foliaires ordonnés en une rangée circulaire.

Tel est le procédé d'accrescence régulière auquel les tiges, si diverses pourtant, des Dicotylées, doivent leur épaisseur; mais, si régulier qu'il paraisse, si universel que soit son fonctionnement

1. Il convient de mentionner une exception, celle des Wintérées et peut-être encore des Berbéridées, dont le bois secondaire ne comprend, à l'exemple de celui des Acicularièes, qu'une masse uniforme de fibres ligneuses ponctuées, sans mélange d'éléments vasculaires ni de parenchyme ligneux. Cette exception est trop isolée pour entraîner une autre signification que celle d'une différenciation du même ordre que les autres diversités individuelles dont le bois secondaire des Dicotylées offre tant d'exemples.

2. Ces variations donnent naissance aux plantes annuelles ou vivaces, herbacées ou frutescentes, et, parmi les frutescentes, déterminent celles qui atteignent des proportions plus modestes ou plus élevées, jusqu'aux plus colossales, en comprenant une foule de nuances intermédiaires.

3. *Handb. d. Physiolog. Bot.*, III, Band; — *Vergleich. Anatomie d. Vegetations org. d. Phanerog. und Farne*, v. Dr de Bary; p. 648 et suiv.

dans tous les végétaux ligneux, même dans les rhizomes souterrains de la classe, sans s'attacher aux anomalies dont les lianes donnent de si curieux exemples, il est à croire que ce procédé n'a pas été créé en un jour ni de toutes pièces, mais plutôt que, l'évolution aidant, ce n'est qu'à la longue et à l'aide de perfectionnements successifs qu'il est parvenu au degré de stabilité et de permanence qui caractérise son action chez la plupart des Dicotylées, et depuis un temps très long, il faut le dire. En un mot, l'accroissement secondaire des tiges dicotylées, au moyen d'une zone cambienne persistante, serait une faculté acquise à un moment antérieur de l'existence de la souche ancestrale d'où les Dicotylées actuelles sont descendues. Nous n'avons, il est vrai, que des indices de cet état primitif; mais ces indices sont cependant assez nombreux et assez significatifs pour faire voir que l'organisation de l'anneau cambien a pu donner lieu autrefois à des déviations plus fréquentes que dans les temps postérieurs; de sorte qu'avant d'être fixée dans les limites d'un cadre désormais invariable et d'offrir un modèle des plus uniformes, elle aurait été susceptible de varier, de s'affaiblir, de disparaître même. Or dans ce cas, nous pouvons le dire tout de suite, l'absence de cambium a pour effet de ramener le plan caulinaire des Dicotylées à un type tellement rapproché de celui qui domine chez les Monocotylées que la principale barrière de séparation entre les deux classes s'abaisse immédiatement, de manière à laisser voir des végétaux alliés de fort près et presque de la même catégorie.

Dans les plantes incontestablement dicotylées que nous avons en vue, le cambium manque, partiellement du moins, aux faisceaux qui descendent des feuilles, aussi bien qu'à ceux qui appartiennent en propre à la tige. Dès lors, les faisceaux disposés en zone circulaire, confusément dispersés dans la moelle ou dans l'écorce ou encore distribués symétriquement, libres ou le plus souvent reliés entre eux par des anastomoses, à travers ces différences, affectent pourtant toujours des allures conformes à celle des faisceaux de Monocotylées. N'étant plus soudés en couches concentriques, ne formant plus de corps ligneux continu, ces faisceaux descendent à l'intérieur de la tige et leur trajet n'est pas autre que celui des faisceaux du type des Palmiers, c'est-à-dire que, gagnant d'abord le centre, après un certain par-

cours dans le sens vertical, ils se recourbent plus ou moins pour aller s'entremêler aux plus anciens, en se rapprochant de la périphérie.

Le professeur de Bary, dans la revue qu'il a faite des tiges anomales de Dicotylées, les distingue en plusieurs catégories ; chacune d'elles répond à un plan caulinaire particulier qui résulte constamment de ce que tous les faisceaux de la tige ou du moins une partie d'entre eux demeurent indépendants, soustraits par cela même aux effets inévitablement dus à la présence du cambium. En l'absence de tout anneau ligneux typique, les faisceaux soit purement foliaires, soit caulinaires, s'étendent longitudinalement à l'intérieur des tiges. Les uns occupent la moelle ; les autres, disposés par rangées concentriques, se placent vers la périphérie et tiennent l'intervalle qui s'étend d'une feuille à une autre. Dans les rhizomes submergés des Nénuphars, ces faisceaux contractent entre eux de nombreuses anastomoses, en même temps qu'ils se croisent et s'entremêlent, en sorte que ce type caulinaire devient assimilable à celui des Aroïdées et des Pandanées, qui présente les mêmes particularités. — Les *Nelumbium*, par l'extrême régularité qui préside à la distribution de leurs faisceaux, ordonnés par cycles entremêlés et concentriques, combinés entre eux de façon à donner lieu à des séries radiales, visibles sur une coupe transverse, et compliqués d'anastomoses, reproduisent d'une manière frappante le type caulinaire des Commélinées [1].

Il en est de même de certains *Aralia*, des Népenthées, Casuarinées, Pipéracées, etc. Seulement ici les faisceaux indépendants, médullaires chez les uns, corticaux chez les autres ou bien médullaires et corticaux à la fois, toujours reliés par des anastomoses à l'endroit des nœuds, se trouvent associés à un anneau normal, plus ou moins développé selon les espèces que l'on examine, et c'est plutôt aux Cycadées ou aux Diploxylées que se trouvent empruntés les traits les plus caractéristiques du plan sur lequel ces tiges sont établies. D'autre part, si l'on fait le relevé des familles de Dicotylées chez lesquelles se manifestent ces anomalies de structure caulinaire, qu'il est peut-être naturel de considérer comme des retours vers un état originaire, mieux

1. Voy. plus haut fig. 108, p. 6.

encore comme des résidus de cet état, il est facile de constater la présence répétée de celles que tout porte à considérer comme le plus anciennement fixées : les Nymphéacées, Nélumbiées, Renonculacées, Podophyllées, Berbéridées, qui sont au nombre des Polycarpiennes ; les Pipéracées, Loranthacées, Balanophorées, qui sont des types dicotylés, pour ainsi dire rudimentaires ; enfin les Araliacées-Ombellifères, Népenthées, Mélastomacées, Gunnarées, qui correspondent sans doute à des combinaisons phytiques arrêtées de bonne heure.

En dernier lieu, il semble que, pour se figurer ce que devaient être les Dicotylées primitives, avant que le fonctionnement exclusif de la zone productrice du cambium ait constitué de vrais troncs et de grands arbres, il faille considérer les *Aralia* et les *Pæonia* frutescents avec leurs tiges à la fois trapues et médiocrement épaisses, pourvues de ramifications dichotomes, relativement massives et assez peu nombreuses, garnies de feuilles semi-engainantes par la base. C'est bien ainsi qu'on doit se représenter l'aspect primitif des végétaux de cette classe, encore imparfaitement différenciés.

En résumant ce qui précède, on arrive à cette conclusion que le plan caulinaire des Dicotylées répond sans doute à une structure acquise, en ce qu'il a d'exclusif. Il est sorti d'une organisation antérieure, dans laquelle la présence d'une zone de méristème cambien, unissant entre eux et par l'extrémité inférieure les faisceaux foliaires, était fréquente, mais non constante ni exclusive, et surtout n'entraînait que des effets souvent partiels ou variables, sujets même à disparaître complètement. Dans tous les cas, les faisceaux demeurés libres affectaient, comme ils le font encore, une ordonnance fort rapprochée de celle que présentent ces mêmes faisceaux dans les tiges des Monocotylées.

Après le plan caulinaire, se présente ce qui touche à la structure intime de l'ovule, au développement du sac embryonnaire, aux procédés fécondateurs et finalement à l'embryon. Les organes mâles, microsporanges et microspores, doivent également être considérés, mais uniquement en ce qui concerne les différences qui peuvent exister à ces divers égards entre les deux classes des Dicotylées et des Monocotylées comparées.

Les étamines des Dicotylées sont toujours des feuilles, seulement plus profondément modifiées en vue de leur rôle fonc-

tionnel que les androphylles des Gymnospermes. Leur nature foliaire et la transformation subie par elles et qui entraîne la disparition du limbe remplacé par le filet et les anthères, au nombre de deux normalement biloculaires, ne sont contestées par personne ; mais il n'est pas moins vrai que, soit dans leur processus de développement, soit dans celui des loges d'anthères et des cellules mères qui engendrent par tétrades les corpuscules polliniques, soit enfin dans l'assimilation morphologique des loges aux microsporanges et des grains de pollen aux microspores, il n'existe aucune différence notable à signaler entre les Dicotylées et les Monocotylées. Tout au plus, peut-on remarquer, d'après Strasburger, confirmé par Luersen sur ce point, l'existence d'un processus de partition des cellules mères du pollen, constituant un type spécial à l'ensemble des Dicotylées. Il en résulte, sans vouloir entrer dans les détails très complexes d'organogénie cellulaire, minutieusement exposés par Strasburger, que, dans cette classe, les grains de pollen de chaque tétrade se trouvent finalement disposés à l'intérieur de la cellule mère, sur deux plans distincts et alternant par paires, tandis que chez les Monocotylées ces mêmes grains sont placés tous les quatre sur un seul plan et en croix.

Le reste est pareil, si l'on ne tient pas compte desinnombrables diversités de structure auxquelles les grains de pollen donnent lieu par leur aspect, leur dimension et l'ornementation de leur exine, enfin par les accidents de rupture destinés à donner passage aux prolongements du tube pollinique, le plus souvent simple, mais parfois aussi s'avançant de plusieurs côtés à la fois. Chez les Dicotylées, de même que chez les Monocotylées, le grain de pollen, au moment où, par suite de la résorption de la cellule mère, il devient libre, n'est pas complètement unicellulaire ; il n'est pas non plus nettement bi-tricellulaire, muni, à la façon des Gymnospermes, d'une grande cellule anthéridienne et d'une petite cellule végétative représentant le prothalle réduit; mais il comprend, au moins à l'origine, un double noyau dont le plus petit correspond visiblement à la cellule végétative et s'entoure même d'un commencement de membrane d'enveloppe. Ce début de segmentation cellulaire n'est pourtant que passager, puisque la membrane séparatrice entre les deux cellules en voie de formation est finalement résorbée. C'est un dernier souvenir, un

vestige presque entièrement effacé qui reporte pourtant l'esprit vers un état antérieur, amoindri, mais encore visible chez les Gymnospermes, ici tout à fait insignifiant et sans but, si l'on ne consent à reconnaître la trace d'un phénomène graduellement atténué, dont la raison d'être se perd au fond du passé [1].

En ce qui concerne la microspore ou grain de pollen, et sauf la nuance relative au procédé de formation des tétrades, il faut descendre plus bas que les loges ou microsporanges dont le nombre

Fig. 116. — Etamines anormales du *Rosa chinensis*, montrant le passage de la feuille primitive au support des anthères ou sacs polliniques. — A, feuille staminale faiblement transformée pourvue d'une seule loge d'anthères le long de l'une de ses marges. — B, autre feuille staminale montrant quatre loges d'anthères, encore distinctes. — C, étamine normale formée d'un support et de deux anthères biloculaires.

et la situation sur l'androphylle sont absolument les mêmes dans les deux classes. La différence qui les sépare n'a donc ici pas même la valeur de celle qu'on remarque, au point de vue des organes mâles, entre les Cycadées et les Acicuariées, pas même entre les diverses sections des Acicuariées comparées entre elles. Les divergences à signaler s'appliquent uniquement à la nature de la feuille mâle, c'est-à-dire du support des loges d'anthères. Certaines étamines, par leur structure propre, d'autres au moyen des retours qu'elles manifestent accidentellement vers un état antérieur, en reprenant l'apparence foliaire et recouvrant le limbe, semblent indiquer que leur complète transformation, c'est-à-dire leur réduction aux seules parties essentielles au fonctionnement sexuel, date d'une époque où les feuilles des Dico-

1. Voy. Luersen, *Botanik*, II, p. 221-285.

tylées, déjà différenciées, avaient revêtu une partie au moins des caractères qui les distinguent. Les exemples, empruntés par Luersen[1] à Celakovski, des étamines anormales du *Rosa chinensis* et du *Dictamnus albus* font voir effectivement, à la suite de l'avortement partiel des loges de l'anthère, d'abord disjointes, puis atténuées, le limbe s'élargissant et pourvu de nervures ramifiées, émises par la médiane, avec des dentelures marginales. Il est donc possible de concevoir un moment où les androphylles, configurés à la façon d'une feuille ordinaire simplement réduite, portaient à leur face supérieure deux loges à pollen ou microsporanges et deux autres le long des bords latéraux, tout en gardant une partie au moins de leur structure normale. Ce moment aurait été déjà assez éloigné du point de départ commun des deux classes pour que celle des Dicotylées eût acquis, dans chaque groupe secondaire alors ébauché, des feuilles revêtues de caractères spéciaux, bien que plus simples et moins évoluées que dans la suite. Ce n'est là, il est vrai, qu'une simple hypothèse; et l'on ne saurait, faute d'indices assez nombreux, la mentionner qu'à ce titre et sans y insister davantage.

L'examen de ce qu'enseignent l'ovule et son support, c'est-à-dire l'appareil femelle ou mieux le carpophylle des Dicotylées, jusques et y compris le développement de l'embryon, nous fera entrer plus avant dans la question que nous serrons de près, tout en amenant la confirmation de notre point de vue.

Dans les deux classes, les carpophylles ou feuilles transformées, servant de support aux macrosporanges, ne diffèrent, d'une classe à l'autre que dans la mesure des feuilles normales respectivement comparées. Le macrosporange est pareil aussi, des deux côtés, par sa situation à la face supérieure et de préférence le long des bords de la feuille capellaire, ainsi que par sa strucure pédicellée d'où vient la placentation. La feuille carpellaire repliée et rejoignant ses bords et les carpelles libres ou soudés entre eux forment les diverses variétés de fruits, polycarpés, syncarpés ou apocarpés, selon les cas. Aucune différence ne se manifeste non plus dans l'ovule même, c'est-à-dire dans les macrosporanges, dont le nombre est si variable et le mode de placentation sujet à tant de diversités,

1. Luersen, *l. c.*, II, p. 233, fig. 101.

selon les groupes. Dans l'ovule, le nucelle représente plus particulièrement le macrosporange, tandis que le sac embryonnaire répond à la macrospore, toujours unique et fixée, par suite de l'avortement des anticlines, qui correspondent à autant de macrospores avortées, ou des sacs embryonnaires eux-mêmes, lorsqu'il en existe normalement plusieurs, comme dans le genre *Rosa* [1]. Dans tout cela encore aucune différence et il n'en existe même pas dans le mode de développement de la vésicule embryonnaire, qui représente le corpuscule réduit et simplifié des Angiospermes, par conséquent l'archégone des Cryptogames vasculaires. Arrêtons-nous ici en remarquant que, dans tout ce qui concerne, non seulement l'ovule, mais le sac embryonnaire et la disposition des éléments compris dans celui-ci, jusqu'après la fécondation et la naissance de l'embryon, tous les traits essentiels sont les mêmes de part et d'autre. Plus tard seulement nous trouverons à glaner quelques nuances différentielles, d'autant plus importantes à suivre qu'elles sont plus fugitives et que toutes le cèdent à la plus saillante de toutes, celle qui tient au nombre et à la position des feuilles de l'embryon ou cotylédons.

Ainsi, là encore et plus que dans l'organe mâle, la conformité est absolue et les divergences sont à peu près nulles ou du moins insaisissables. Les corpuscules, homologues des vésicules embryonnaires, étaient encore variables chez les Gymnospermes. Leur nombre, leur conformation, leur situation changeaient à mesure que d'un groupe on passait dans un autre et, à ce point de vue, les Abiétinées, les Araucarinées, les Cupressinées, les Taxinées différaient entre elles bien plus assurément que les Dicotylées et les Monocotylées comparées. Les traits distinctifs ne sauraient plus être empruntés maintenant à l'observation des mêmes organes et ceux qui les fournissent, aussi bien que les caractères mêmes sur lesquels on s'appuye, en les considérant comme fondamentaux, sont d'un ordre réellement inférieur.

Il faut donc en venir à l'embryon lui-même et, dans l'embryon, rechercher son processus ou mode de formation et sa structure. Les études de Hanstein sur les stades évolutifs comparés des embryons d'*Alisma* et de *Capsella* n'ont fait ressortir que de

1. Luersen, *l. c.*, p. 263.

faibles nuances différentielles. Il n'y a ici, de part et d'autre, qu'un seul embryon normal, et le proembryon, présente respectivement la même conformation essentielle. Il est constitué par une série unique de cellule superposées et on ne saurait signaler en lui les divergences partielles qui distinguent les proembryons des Cupressinées et des Abiétinées, même ceux des pins et sapins, comparés entre eux [1]. Il existe seulement une tendance, chez les Dicotylées, vers un moindre allongement du corps cellulaire de l'embryon à son début, par un moindre développement ou un développement moins hâtif de la région de l'hypophyse et des rangées de cellules qui s'interposent entre cette région et l'embryon proprement dit. Plus tard, se dessine l'appareil cotylédonaire dont la saillie se prononce à mesure que s'étend le « périblème » ou tissu intérieur et autour de lui le « dermatogène » qui suit le même mouvement. Il arrive un moment où les embryons des deux catégories se ressemblent entièrement. Ensuite, tandis qu'une échancrure médiane dessine la séparation entre les deux cotylédons, désormais égaux, de l'embryon des Dicotylées, l'échancrure correspondante est ou devient promptement latérale chez les Monocotylées, dont l'embryon n'a qu'une feuille, ou, pour être plus exact, se trouve muni de deux feuilles très inégales, l'une achevant de se produire en rejetant de côté l'échancrure au fond de laquelle est situé le sommet végétatif de la future tige. Au-dessous, vient l'ébauche attardée de la première feuille végétative, celle qui répond au deuxième cotylédon de l'embryon des Dicotylées (voir la figure 100).

C'est ainsi du moins que nous concevons la marche du phénomène et par cela même il arrive que la différence la plus notable, celle qui donne leur nom aux deux classes, dépend uniquement d'une sorte d'arrêt de développement qui perd, par cette seule considération une grande partie de son importance. L'inégalité des feuilles embryonnaires s'observe d'ailleurs chez certains végétaux gymnospermiques, Cycadées et Salisburiées. Le nombre de ces organes varie non seulement d'une tribu à l'autre, mais d'un genre à un autre, chez les Acicularіées. Par conséquent, aucune divergence fondamentale entre les embryons comparés des Mono- et Dicotylées, ni dans leur mode de dévelop-

1. Luersen, *Botanik*, II, p. 72-73.

pement, ni dans leur structure; il faut descendre encore d'un degré dans la recherche du caractère différentiel, séparant les deux classes. Ce caractère décisif, nous allons le trouver pourtant, mais uniquement dans la nature morphologique des feuilles embryonnaires : c'est là, selon nous, qu'il se montre réellement.

En effet, la feuille embryonnaire des Monocotylées, des *Phœnix*, par exemple (voir la figure 111), n'est qu'une gaine, un appendice vaginal dépourvu de limbe et constituant la feuille primitive des Angiospermes avant sa différenciation. Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit précédemment au sujet de la feuille des Monocotylées, souvent réduite à la seule partie vaginale. Il nous suffira d'affirmer que le cotylédon de cette catégorie de plantes n'est jamais pourvu de limbe et que les feuilles qui suivent immédiatement le cotylédon en sont également presque toujours dépourvues : le contraire existe chez les Dicotylées, dont les feuilles embryonnaires, au-dessus d'une partie vaginale soit visible, soit faiblement développée ou même déjà transformée en pétiole, présentent un limbe résultant de l'extension des faisceaux vasculaires ramifiés. Cette structure est celle de tous les cas normaux, c'est-à-dire qu'on l'observe toutes les fois qu'il n'y a pas avortement, soudure ou absence de cotylédons, comme dans le cas des plantes parasites, dans celui du marronnier, dont les cotylédons sont soudés, en une masse unique; enfin, dans ceux beaucoup plus nombreux, mais nullement décisifs dans la question qui nous occupe, où les cotylédons, demeurant hypogés ou inclus au fond des téguments de la graine, se trouvent transformés en une réserve de substance nutritive. Ils remplacent alors le périsperme par une adaptation toute spéciale à des fonctions déterminées. Les vraies feuilles embryonnaires, telles qu'elles ont dû se montrer à l'origine, ne sont pas les cotylédons charnus, succulents ou cartilagineux qui fournissent à la jeune plante des aliments nécessaires. C'est là sans doute pour eux un rôle acquis, résultat naturel d'un effet de balancement organique et répondant à l'absence ou à l'arrêt de développement de la provision endospermique; c'est donc aux cotylédons non transformés et par cela même foliacés que nous devons nous attacher, si nous tenons à saisir le vrai sens et le caractère propre des organes

foliaires de la souche dicotylée, avant l'époque de sa subdivision en une foule de branches, bientôt ramifiées à leur tour.

Cette morphologie de la feuille embryonnaire des Dicotylées, si importante à notre point de vue, puisqu'elle nous reporte vers une période antérieure de la vie des plantes dont nous recherchons le caractère primitif, n'a jamais été sérieusement abordée jusqu'ici. A peine s'est-on contenté de quelques détails sommaires sans vues d'ensemble, ou de la mention rapide de certaines particularités. Il est pourtant facile de s'apercevoir que les cotylédons foliacés, à raison même des différences qui les séparent des feuilles normales de chaque espèce et, par contre, des traits communs qu'ils présentent généralement, offrent tous les indices de nature à faire reconnaître en eux les organes foliaires prototypiques des plus anciennes Dicotylées.

Ce n'est pas qu'il n'y ait déjà, dans l'ensemble des cotylédons, un certain degré de différenciation, dont l'existence peut d'ailleurs être admise sans peine chez des végétaux déjà diversifiés et sur le point de se scinder en plusieurs groupes, chacun d'eux étant prêt à s'engager dans la voie d'une évolution particulière.

A côté des cotylédons simples et ovales, linguiformes ou linéaires d'une foule de plantes, il en est de lobés-subpalmatiséqués, comme ceux des Tiliacées, qui traduisent pour ainsi dire, le point de départ du type foliaire le plus répandu et le plus normal de l'ensemble des Malvoïdées, et ceux des *Pterocarya*, dont les quatre lacinies proviennent d'une bipartition du limbe, par suite de l'arrêt de la nervure médiane, attestant une tendance à la subdivision d'où proviennent les feuilles pinnées de cette Juglandée.

Pour mieux se rendre compte des caractères propres à la feuille primordiale des Dicotylées, il faut d'abord jeter les yeux sur un type remarquable à la fois par son développement et par une disposition « normale », c'est-à-dire conforme à la disposition la plus ordinaire, des nervures qui parcourent le limbe. Nous trouverons ce type dans la feuille embryonnaire de la courge (*Cucurbita*), dont les dimensions excèdent la limite ordinaire et facilitent ainsi l'observation. Sa forme générale est ovale, passant à l'ellipsoïde, arrondie au sommet, atténuée-obtuse vers la base, qui est sessile et en même temps amplexicaule, dilatée de manière à occuper le demi-pourtour de la tigelle. De cette

base, partent visiblement sept nervures, non pas égales, mais décroissant en force de chaque côté, à partir de la médiane qui est la plus prononcée. Ces nervures s'étendent plus ou moins à travers le limbe, dans l'ordre justement de leur épaisseur relative. La médiane va jusqu'au sommet, les deux latérales s'avancent jusqu'au milieu ou un peu au delà; la paire suivante s'arrête vers le tiers inférieur et la dernière, la plus faible de toutes et la plus extérieure, n'offre qu'une extension des plus limitées.

Fig. 117. — Feuilles cotylédonaires des *Cucurbita* et *Tilia*. — A, feuille cotylédonaire de *Cucurbita*, vue par la face dorsale. — B, plantule de *Tilia* montrant les deux cotylédons laciniés et les deux feuilles primordiales qui présentent des caractères plus rapprochés du type normal (gr. nat.).

Toutes ces nervures latérales s'anastomosent, au point où elles se terminent, avec des rameaux sortis de leur plus proche voisine, disposés de manière à constituer des aréoles ou mailles qui s'étalent en série décroissante jusqu'à la marge. La nervure médiane, au-dessus de son point de jonction avec les latérales, émet aussi plusieurs paires de rameaux veineux anastomosés. Dans l'intervalle qui sépare les nervures principales, s'étalent

quelques veines de jonction qui forment un réseau lâche et anguleux. Enfin, malgré ces anastomoses, certains rameaux, émis au dehors des dernières aréoles, peuvent déterminer, le long du bord, une sinuosité anguleuse qui détermine parfois une véritable dent. Ce type réunit donc, dans la simplicité originaire, des éléments susceptibles d'amener toutes les diversités de structure dont les feuilles des Dicotylées offrent le tableau.

Au-dessus d'une base rudimentaire qui représente la gaine primitive très réduite et resserrée pour donner lieu au pétiole proprement dit, les sept nervures qui parcourent le limbe n'ont qu'à s'étendre et à diverger pour aboutir à la feuille palmatinerve, tandis que leur avortement suffit pour donner inévitablement naissance à la feuille penninerve. Celle-ci, suivant que les rameaux émis de la médiane restent anastomosés ou deviennent indépendants, produit la feuille entière sur les bords, à nervures secondaires répliées en arceau, ou bien la feuille denticulée, ou encore celle dont les nervures secondaires courent à la marge pour la découper en lobes. Mais, lorsque ces lobes, achevant de se sectionner, se détachent de la médiane, cette même feuille penninerve donne naissance à la feuille pinnée de même qu'à tous les intermédiaires qui existent entre ces divers types. On sait du reste avec quelle facilité, selon que les paires latérales de nervures basilaires persistent ou s'effacent, on passe de la feuille strictement penninerve des lauriers et des chênes à la feuille triplinerve des *Cinnamomum* et de celle-ci à la feuille trilobée des sassafras et des platanes, enfin à la feuille subpalmatinerve ou cordiforme des noisetiers et des tilleuls. Certains chênes et beaucoup de figuiers conservent à la base de leurs feuilles des traces plus ou moins développées, plus ou moins effacées, des nervures latérales basilaires primitives.

Les principales modifications que présente le type normal de la feuille embryonnaire, en dehors des cas exceptionnels signalés plus haut, peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

Principales variations morphologiques des feuilles embryonnaires des Dicotylées.

1^er^ sous-type. — Forme linéaire ou étroitement ellipsoïde, trinerve, à nervures collatérales se prolongeant parallèlement à la

médiane jusqu'au sommet de l'organe. — *Acer* (fig. 119, en B et A), *Ulmus*, etc.

2e sous-type. — Forme tripli-quinquinerve à contour largement ovale, c'est-à-dire plus ou moins obtus-arrondi à la base et atténué au sommet. Nervures latérales plus ou moins ascendantes réunies à la médiane par des anastomoses avant ou seulement au sommet de l'organe. — *Vitis*, *Hedera* dans les Araliacées (fig. 118), *Schinus* dans les Anacardiacées, *Laurus* (fig. 119, en E), *Viburnum*, etc.

3e sous-type. — Forme du contour comme dessus ; diffère par le développement très faible ou l'effacement complet des nervures latérales basilaires, disposition qui donne lieu à une feuille penninerve dont les nervures latérales inférieures sont cependant plus développées que les suivantes. — *Fraxinus*, *Diospyros*.

4e sous-type. — Forme tripli-quinquinerve, à nervures supra-

Fig. 118. — Sommité d'une plantule de l'*Hedera helix* L. — Cette plantule, dont le prolongement radiculaire manque, montre les deux cotylédons et les feuilles primordiales, dont la plus récente commence à revêtir la physionomie du type, tandis que la précédente, à gauche, ressemble plutôt aux feuilles normales de l'*Aralia nymphæfolia*.

basilaires, à contour obovale, arrondi ou même dilaté et demi-circulaire au sommet, obtus et plus ou moins échancré en cœur à la base supportée par un pétiole distinct et grêle. Les nervures latérales, ramifiées avant la marge ou réunies au sommet, donnent lieu à un réseau complexe. — *Carpinus* (fig. 120, en A), *Cratægus*, *Pyrus*, *Rosa*.

5e sous-type. — Contour ellipsoïde ou obovale ; plus de traces de latérales-basilaires ; nervures secondaires émises le long d'une médiane. — *Philadelphus*, *Sophora* et *Cytisus*, dans les Légumineuses.

6e *sous-type.* — Contour obovale, imparfaitement symétrique ; nervures latérales réunies à la médiane bifurquée et résolue, avant le sommet, en une grande maille terminale, accompagnée d'autres plus petites. — *Cæsalpinia*, *Bauhinia* (Légumineuses-Césalpiniées, fig. 122).

Fig. 119. — *Types comparés de feuilles normales, primordiales et cotylédonaires de diverses Dicotylées.* — A, un des cotylédons de l'*Acer campestre* L., légèrement grossi pour servir de terme de comparaison avec la feuille normale du gui, figurée en C. — B, plantule de l'*Acer campestre* L. montrant au-dessus des cotylédons les deux feuilles primordiales, qui retracent le type permanent de l'*Acer oblongum*, du Népaul. — C, feuille normale du *Viscum album* L. légèrement grossie, pour servir de terme de comparaison avec la feuille embryonnaire de l'*Acer campestre*. — D, feuille normale et définitive de l'*Acer campestre*, qui ne se développe que dans l'année qui suit la germination. — E, plantule de laurier, *L. nobilis*, dont l'un des cotylédons, légèrement échancré, rappelle la conformation normale des feuilles de *Sassafras*, tandis que l'autre reproduit le type triplinerve du *Cinnamomum*.

7e *sous-type.* — Contour largement obovale-orbiculaire ou sub-réniforme ; nervure médiane accompagnée d'une paire de latérales ramifiées sur les côtés et reliées entre elles par des anastomoses. — *Gossypium* dans les Malvoïdées.

Cette disposition primitive de la nervation caractéristique de la feuille embryonnaire s'est conservée plus ou moins visible et reconnaissable dans une foule de genres, comme une attestation permanente de l'état antérieur, état plus ou moins profondément modifié chez la plupart des Dicotylées, mais fixé définitivement chez d'autres.

Nous citerons, comme reproduisant d'une manière frappante, à l'état normal, le premier de nos sous-types, les feuilles du gui (*Viscum album*), de plusieurs Protéacées (*Hakea*). — Le 2e sous-type a aussi de nombreux représentants dans les feuilles normales des *Cinnamomum*, *Litsæa*, etc., parmi les Laurinées, des *Celtis* à feuilles persistantes, des *Viburnum*, *Coriaria*, etc. Le 3e sous-type, propre aux *Fraxinus*, caractérise normalement les *Olea*. Le 5e sous-type reparaît dans la plupart des folioles de Légumineuses ; enfin, les sous-types 6 et 7 se trouvent évidemment reproduits par les feuilles des *Cercis* d'une part ; de l'autre, par celles des *Pterospermum*. Il serait facile de multiplier ces exemples dont la signification est si claire qu'il n'est pas même besoin d'insister sur eux pour les faire ressortir.

En résumant ce qui précède et en le complétant de manière à retirer de l'ensemble les éléments d'une formule générale des caractères distinctifs appartenant aux Dicotylées, on arrive à l'établir de la manière suivante :

Tableau raisonné des caractères différentiels demeurés propres à l'ensemble des Dicotylées après leur séparation des Monocotylées.

1° *Plan caulinaire.* — Tige pourvue d'une région médullaire centrale autour de laquelle les faisceaux fibro-vasculaires descendant des jeunes feuilles sont généralement disposés en une zone circulaire, avec tendance à la production d'un anneau méristématique entraînant la jonction latérale des faisceaux d'abord discontinus, et leur séparation en deux régions contiguës, l'une ligneuse intérieure, l'autre libérienne rejetée au dehors, par l'interposition de l'anneau méristématique ou zone cambienne. La permanence et l'activité périodique de ce phénomène indéfiniment répété amènent l'existence du bois exogène, formé à l'aide d'anneaux cylindriques, concentriquement emboîtés. Le

phénomène cambiogène, originairement sans doute peu prononcé ou sujet à des irrégularités et à des déviations, réalisant des retours partiels vers le type caulinaire des Monocotylées, a dû se développer de façon à acquérir enfin une fixité, une intensité et une régularité distinctives de l'ensemble des types ligneux de la classe. — De leur côté, les types vivaces non caulescents, c'est-à-dire à rhizome souterrain, rampant ou oblique, ont pu acquérir leur structure par des adaptations variées à des conditions spéciales d'existence, surtout en se subordonnant aux végétaux à tige ligneuse verticale, tandis que les types purement herbacés se différenciaient jusqu'à devenir annuels, c'est-à dire ne survivant pas à l'accomplissement de leurs fonctions reproductrices.

2° *Proportion générale et mode de ramification de la tige; — structure des feuilles et phyllotaxie.* — Par un phénomène qui n'est pas sans liaison avec les conséquences du plan caulinaire, la tige, non plus massive ni résultant, lorsqu'elle est érigée, d'une accumulation de faisceaux foliaires descendants et entrecroisés, ne reçoit qu'un nombre relativement restreint de ces faisceaux, promptement réunis en anneau. Elle est par cela même plus menue et non pas encombrée, au sommet de l'axe végétatif, de feuilles engainantes par la base. De nombreux bourgeons secondaires facilitent la ramification de la tige principale qui s'opère normalement par dichotomie sympodiale, mais dont la régularité s'altère par suite de l'avortement constant d'une notable partie des bourgeons. — On constate une réduction, sans doute graduelle, de la partie vaginale primitive de la feuille, exceptionnellement développée par l'effet d'une régression, le plus souvent ramenée à la partie dilatée la plus inférieure du pétiole ou disparaissant totalement dans les feuilles sessiles. — Région limbaire terminale développée aux dépens de la précédente; le pétiole représentant le point de jonction et d'articulation des deux parties. — Limbe très diversifié; nervation généralement ramifiée en réseau. Nous reviendrons plus loin sur ces divers points. L'amoindrissement de la région vaginale et le développement corrélatif de la région *supravaginale* constituent visiblement le trait dominant de la feuille dicotylée. Celle-ci, à la fois différenciée et amoindrie, n'embrasse plus qu'une faible partie de l'étendue périphérique correspondant à son plan d'insertion, et par là elle influe sur la conformation de

la tige, au sein de laquelle elle n'introduit qu'un nombre de plus en plus limité de faisceaux fibro-vasculaires primitifs. — Feuilles soumises à deux ordonnances principales qui cependant, chez les Laurinées par exemple, offrent des passages de l'une vers l'autre, témoignant contre leur fixité absolue : tantôt opposées, c'est-à-dire gardant sur la tige adulte l'ordre primitif représenté par les deux cotylédons égaux, chaque paire se croisant avec la précédente et la suivante, tantôt spiralées et alors subordonnées le plus souvent à la formule phyllotaxique 2/5, c'est-à-dire constituant un cycle de cinq feuilles, avec deux tours de spire avant que la première feuille du cycle suivant se retrouve au-dessus de la première du cycle que l'on considère. Ces ordonnances, malgré leur prédominance, n'excluent cependant pas une spirale plus simple, entre autres celle qui est exprimée par la formule 1/3, plus particulièrement affectée aux Monocotylées et que beaucoup de Dicotylées ont cependant retenue.

3° *Axe floral, constitution de la fleur et signification de ses différentes parties.* — L'axe floral ne diffère pas, à l'origine, du rameau ordinaire; seulement, il porte des feuilles sexuées au lieu de feuilles normales : ce sont les androphylles et les carpophylles; ceux-ci toujours placés à la partie supérieure de l'axe, conformément à ce qui existe également chez les Monocotylées. Les feuilles sexuées, supports d'anthères en bas, supports d'ovules au-dessus des premiers, ont pu occuper du reste une étendue variable du rameau floral, soit son extrémité terminale seulement, soit une portion notable ou la totalité du rameau floral, soit encore son milieu. Elles comprennent une ou plusieurs paires, un ou plusieurs cycles successifs, obéissant aux mêmes tendances phyllotaxiques que les feuilles normales, soumises par conséquent, comme celles-ci, à la prédominance de l'ordre opposé ou de l'ordre quinconcial, plus rarement de la formule 1/3, ou enfin obéissant à des formules spirales plus compliquées. Le rameau floral, ainsi constitué, tend à se modifier et à se transformer par la réduction et le rapprochement des paires et des cycles convertis en verticilles, alternes et successifs, ou en lignes spirales très denses. De la prédominance originaire des rangées par paires ou par disposition en quinconce sont sortis les verticilles de 4 — 8 — 5, tantôt simples, tantôt redoublés et toujours alternants, qui gouvernent la symétrie florale des Dicotylées. — Les cycles de

feuilles les plus rapprochés de la base du rameau floral se sont transformés à l'exemple des éléments sexués eux-mêmes : ce sont les pétales. Les cycles immédiatement inférieurs aux premiers ont éprouvé une moindre transformation : ce sont les sépales et au-dessous de ceux-ci les involucres et les bractées, qui gardent plus ou moins les caractères principaux de l'appendice primitif. — L'ensemble des rameaux sexués réunis sur des axes communs a donné lieu à ce qu'on nomme l'inflorescence, conforme, par sa complexité et ses fréquentes subdivisions, aux tendances de la classe elle-même. Par contre, tout ce qui dans le rameau floral pouvait être à l'origine situé au-dessus de la partie sexuée a dû disparaître plus ou moins promptement. C'est là en résumé l'économie générale de la fleur des Dicotylées, telle que nous la connaissons. On voit qu'au total elle est tracée sur un plan qui ne s'écarte du plan floral des Monocotylées que par les seuls côtés qui séparent les organes purement végétatifs des deux classes, comparés entre eux.

4° *Androphylles; loges polliniques et grains de pollen* (*microsporanges et microspores*). — Androphylles constitués par autant de feuilles modifiées, provenant d'une ou plusieurs paires, un ou plusieurs cycles, soit spiralés, soit verticillés, d'éléments normaux plus ou moins transformés, convertis en support de microsporanges. — Loges microsporangiques ou sacs d'anthères au nombre de quatre, deux sur la face supérieure, deux autres vers le bord de la face supérieure de l'androphylle, primitivement libres, soudés ensuite par paires et séparés par le connectif qui correspond à la nervure médiane du limbe foliaire avorté. — Cellules mères des grains de pollen produisant ceux-ci par tétrades, chaque paire occupant un plan opposé en croix à celui de la paire contiguë, à l'aide d'un processus de subdivision cellulaire différent de celui qui prévaut chez les Monocotylées. — Grain de pollen à contenu protoplasmique présentant un commencement de subdivision cellulaire se manifestant par la présence de deux noyaux avec une membrane d'enveloppe qui n'est jamais revêtue de cellulose. — Le processus divisoire de la cellule mère des microspores est ici la seule nuance différentielle vis-à-vis des Monocotylées.

5° *Carpophylles ou feuilles carpellaires; ovule et sac embryonnaire* (*macrosporanges et macrospores*), *jusqu'à l'apparition de la*

vésicule embryonnaire. — Carpophylles consistant en autant de feuilles modifiées, occupant le sommet ou du moins constituant la terminaison supérieure de la partie sexuée du rameau floral, provenant d'une ou plusieurs paires, un ou plusieurs cycles, soit spiralés soit verticillés d'éléments normaux convertis en éléments carpellaires. Chaque carpelle répond à une feuille donnant naissance, par sa face supérieure, surtout vers la marge, à des ovules pédicellés qu'elle recouvre finalement au moyen de la soudure de ses bords repliés. — Le sommet de la feuille carpellaire, ainsi repliée et soudée, constitue l'organe au moyen duquel s'opère l'introduction du tube pollinique à travers les tissus ovariens jusqu'au micropyle ou extrémité de l'ovule physiologiquement opposée à la chalaze ou point d'insertion placentaire, mais souvent en réalité rapproché de celui-ci ou même contigu à lui. — Sac embryonnaire ou macrospore, né dans l'ovule de l'une des cellules mères provenant de la différenciation du bord supérieur du tissu nucellaire (macrosporange) sous-tégumentaire, engendrant en haut la vésicule embryonnaire accompagnée, le plus souvent, de deux « synergides » ou cellules associées à celle de l'œuf et, en bas, les « antipodes », dernier vestige du tissu prothallien, constituant ainsi deux groupes antagonistes, séparés par deux noyaux cellulaires libres, fusionnant après la fécondation et point de départ futur du tissu nutritif qui prendra le nom de « périsperme ». Ici, aucune différence à noter entre les deux classes comparées.

6° *Fécondation, embryogénie et embryomorphie*. — Fécondation opérée à l'aide du tube pollinique pénétrant à travers le tissu ovarien par l'intermédiaire de la sommité carpellaire, disposée en organe papilleux et fréquemment allongée en style. Le contact du contenu protoplasmique du tube, déversé dans la vésicule embryonnaire, une fois effectué avec le concours des synergides, le développement de l'embryon s'opère au moyen d'un processus quelque peu différent de celui qui préside au début de l'embryon monocotylé. Le point d'arrêt qui détermine chez celui-ci le développement inégal des feuilles primordiales n'ayant point lieu généralement chez les Dicotylées, les deux cotylédons se développent simultanément, jusqu'à l'apparition du point correspondant au sommet végétatif de la nouvelle plante. Mais ici, la différenciation la plus marquée consiste dans

la présence à peu près constante d'un limbe cotylédonaire, pourvu d'une nervure médiane et de nervures latérales et secondaires ramifiées et reliées par un réseau de veinules anastomosées. — En outre la racine primaire persiste chez les Dicotylées, tandis que, chez les Monocotylées, elle fait promptement place, même avant la germination dans les Graminées, à des radicules adventives et latérales, qui se développent aux dépens de l'axe hypophysaire.

Parmi les caractères qui viennent d'être méthodiquement analysés et définis, il en est que les Dicotylées partagent avec les Monocotylées : ce sont les plus essentiels, les plus profonds, et nous n'avons pas à y insister de nouveau. D'autres leurs sont propres et sont en même temps fixes comme les premiers, ou du moins ils n'ont été un peu variables qu'à l'origine. Ce sont des caractères acquis, devenant le patrimoine de la classe entière, et sur lesquels l'évolution n'aura plus à agir ou n'agira que très faiblement désormais. Il en est enfin qui, continuant à varier, entraîneront des modifications de plus d'une sorte, pour aboutir ensuite à de véritables transformations organiques. C'est à l'aide de ces derniers seulement que la classe ira en se différenciant, qu'elle se partagera en rameaux et ceux-ci en ramules.

Le plan caulinaire et le mode de ramification des tiges, la structure des cotylédons, celle des feuilles et leur nervation, enfin la relation symétrique des éléments floraux, inévitablement gouvernée par l'ordonnance phyllotaxique des feuilles opposées, quinconciées ou spiralées; tels sont les caractères qui iront en s'accentuant et qui, une fois déterminés, ne donneront plus lieu qu'à des variétés de détail. Au-dessous de ceux-ci seulement et, comme une conséquence des combinaisons qu'ils auront amenées, se produiront toutes les autres diversités.

Dans l'impossibilité de les saisir dans leur ensemble, surtout celles qui ne reposent que sur des éléments histologiques différenciés, ou qui dépendent uniquement de la morphologie extérieure de certains organes très variables, comme les feuilles, nous nous attacherons uniquement à quelques phénomènes qui traduisent plus fidèlement que d'autres le mouvement général évolutif, auquel a dû obéir la masse des Dicotylées.

Sous quelle apparence organique, pour choisir un point de départ, nous représenter les Dicotylées primitives? Ce seront assurément les moins transformées de celles que nous avons sous les yeux qui nous traduiront le mieux cet aspect. En un mot, ce sont les types fixés de meilleure heure, modelés par cela même sur un plan moins complexe que les autres plus récents et plus élaborés, qui ont sans doute conservé plus intacte l'organisation primitive. Ils s'écartent moins ainsi de la souche ancestrale dont la branche des Dicotylées s'est autrefois détachée.

Il convient de noter avant tout des vestiges de linéaments divisoires qui, sans avoir par eux-mêmes une signification absolument rigoureuse, affectent du moins, en tant qu'indices d'une très ancienne différenciation, une importance difficile à méconnaître. Ainsi, la présence d'un tégument unique dans l'ovule des Gamopétales démontre qu'à un moment donné, impossible à préciser, mais probablement fort reculé, cette catégorie de plantes a dû se distinguer des autres Dicotylées et évoluer à part.

La différence que manifestent, relativement à l'ensemble des Dicotylées, certaines Santalacées par la présence simultanée de deux vésicules embryonnaires, le prolongement strié et tubuleux de ces organes faisant saillie au-dessus du micropyle, semble dénoter aussi une combinaison structurale assignant au groupe une autonomie fort lointaine, d'autant plus que l'appareil strié, autrement dit appareil filamenteux, caractérise également plusieurs types de Monocotylées (*Gladiolus*, *Crocus*, *Zea*, *Sorghum*). — Mais une différenciation d'un ordre plus général, bien que confuse dans la portée qu'elle doit avoir, de nature pourtant à jeter du jour sur les relations phylogénétiques des Dicotylées, est celle qui a résulté, à un moment donné, de l'ordonnance des feuilles, peut-être flottante à l'origine. Les organes appendiculaires devinrent ensuite et d'une façon définitive, opposés par paires alternantes, chez les uns, simplement spiralés ou enfin spiralés à disposition quinconciale, chez les autres. Nous ne voulons pas dire que ces trois types phyllotaxiques représentent à nos yeux la formule génératrice d'autant de sections partageant l'ensemble des Dicotylées et constituant trois branches divergentes; nous pensons cependant qu'à l'époque où les Dicotylées ont commencé à se scinder en plusieurs rameaux,

chacun d'eux ayant ensuite donné naissance à plusieurs familles soit juxtaposées et parallèles, soit reliées par enchaînement, cette détermination de l'ordre phyllotaxique aura été un des premiers caractères qui se seront réalisés. Une fois réalisés, ces mêmes caractères seront devenus invariables plus ou moins promptement. Nous en avons au moins la certitude toutes les fois que l'on constate que la même ordonnance, après avoir réglé la disposition des feuilles, a également présidé à l'économie constitutive de la fleur.

L'étroit rapport et, dans bien des cas, l'identité corrélative qui rattache la phyllotaxie à l' « anthotaxie », c'est-à-dire la symétrie d'insertion foliaire à la symétrie des éléments de la fleur, est indubitable. La première, dans ces cas au moins, a dû fournir le type sur lequel s'est modelée la seconde. Il s'ensuit que les feuilles destinées à faire partie de la fleur, avant même la constitution de celle-ci, ont affecté la même ordonnance que les feuilles ordinaires. Il suffit donc que cette ordonnance soit commune aux deux catégories d'organes, pour entraîner la certitude de son antériorité.

Dans le cas le plus simple, nous n'en connaissons aucun exemple en dehors des Serpentaires, une seule feuille a été utilisée pour servir d'enveloppe aux éléments sexués. L'examen d'une fleur d'Aristoloche fait voir clairement que la feuille la plus inférieure du rameau floral s'est transformée en périanthe, tandis que les autres ont formé les cycles de l'androcée et du gynécée, gouvernés généralement par le nombre trois et en concordance avec l'ordonnance phyllotaxique en une spire simple de trois feuilles. Ici donc la combinaison florale ressemble à celle qui caractérise les Spadiciflores, chez les Monocotylées : le périanthe est une vraie spathe, mais le spadice involucré par elle n'est qu'un axe ordinaire, dont les feuilles ont été directement changées en supports d'anthères ou d'ovules; et l'analogie est plus apparente que réelle, si l'on considère l'ensemble au lieu de s'attacher au périanthe seulement.

Sur le rameau floral du tulipier et de l'*Osyris alba*, on constate sans peine que les pièces du périanthe, disposées en une triple série ternaire et alternante, répondent exactement à autant de cycles foliaires spiralés, gouvernés par la formule phyllotaxique 1/3 et convertis en verticilles. Les éléments floraux

des Hamamélidées et de plusieurs autres types sont disposés d'après une symétrie binaire, c'est-à-dire par deux ou par quatre, en concordance exacte avec le cycle foliaire exprimé par la formule phyllotaxique 1/2, représentant un cycle réduit à deux feuilles avec un seul tour de spire. Ce cycle spiral, le plus simple de tous, se traduit évidemment dans la fleur par des verticilles de deux ou de quatre membres, absolument à l'égal de ce qui résulte de l'ordonnance opposée. Celle-ci nous découvre des conséquences tout à fait pareilles, par l'examen des Cornées et des Loranthacées, dont les fleurs traduisent fort nettement l'ordonnance décussée des feuilles normales de ces plantes. Leurs éléments floraux sont toujours bimères ou tétramères, et répondent ainsi à des paires de feuilles rapprochées ou combinées. Plusieurs cornouillers ont de plus un appareil involucral à quatre pièces opposées en croix, qui supporte toute l'inflorescence. Dans le gui, l'ordonnance des feuilles régulièrement opposées se retrouve dans les fleurs, qui ne font que reproduire le rameau et se montrent formées des mêmes éléments que celui-ci.

La conformité, bien que toujours évidente, n'est déjà plus aussi absolue chez les Thymélées et les Buxées. Les *Pimelea*, aussi bien que les *Daphne* ont un périanthe à quatre pièces soudées répondant à deux paires de feuilles et des étamines par une ou plusieurs paires combinées et alternantes; mais les feuilles normales, toujours opposées dans le premier des deux genres, sont le plus souvent alternes dans le second. — Les feuilles normales du buis sont opposées, de même que ses pièces florales, disposées par deux ou par quatre, sauf les carpelles, qui sont au nombre de trois; mais l'équilibre se trouve rétabli par la présence dans les fleurs mâles d'un rudiment de gynécée symétrique à quatre faces [1], et la correspondance directe du plan floral avec le plan foliaire demeure bien évidente. Elle ne l'est pas moins dans une foule de Dicotylées, chez lesquelles la symétrie pentamère des éléments floraux se trouve en rapport absolu avec l'ordonnance spiralo-quinconciale des feuilles ordinaires.

D'autre part, les exceptions sont trop nombreuses pour ne

1. Baillon, *Hist. des Plantes*, VI, p. 16 et 17.

pas donner à réfléchir. Il ne saurait s'agir ici d'une loi inflexible. Que de fleurs régulièrement pentamères naissent sur des tiges à feuilles constamment opposées (Viburnées, Rubiacées, etc.)! Que de fleurs tétramères, par contre, appartiennent à des types dont les feuilles sont ordonnées en spirales plus ou moins complexes! — Une solution tranchée semble donc impossible, et cette symétrie pentamère, ainsi que l'ordonnance phyllotaxique quinconciale se trouvent d'autant moins constantes que l'on s'adresse aux groupes que tout invite à considérer comme les plus anciens parmi les Dicotylées. L'ordre spiralé, le plus simple, celui qui répond à la formule phyllotaxique 1/2, pourrait bien être le point de départ de toutes les symétries plus complexes; il aurait conduit, d'une part, aux insertions opposées, de l'autre, aux cycles spiraux d'un rang plus élevé. L'ordre spiralé exprimé par la formule 1/3, plus élevé d'un degré que le premier, est en même temps celui qui domine chez les Monocotylées, puisque, d'une façon générale, il préside à l'insertion des feuilles sur la tige et à la symétrie florale des végétaux de cette classe. Ces deux types d'insertion foliaire sont ceux que nous retrouverons le plus fréquemment dans ces mêmes familles de Dicotylées à notre sens plus voisines que d'autres de la souche primitive.

En résumé, l'ordonnance phyllotaxique aurait été d'autant moins complexe, d'autant plus réduite dans le nombre et la disposition de ses éléments, et en même temps moins stable, que l'on remonte plus loin vers l'origine de la classe. Une spire simple, formée de deux ou trois feuilles, décrivant un seul tour sur l'axe caulinaire, aurait d'abord prévalu. Cette spire aurait été susceptible d'être ramenée à la disposition binaire, par l'intermédiaire de la formule 1/2, et susceptible aussi de s'étendre en donnant naissance à la disposition quinconciale et, par elle, aux cycles de plus en plus élevés vers lesquels celle-ci sert de passage. L'identité morphologique et taxonomique des éléments foliaires et des éléments floraux oblige d'admettre que le même mouvement les a également gouvernés, au moins à l'origine, et, pendant un temps plus ou moins long, ce mouvement a pu influer à la fois sur les deux catégories, jusqu'au moment où les pièces florales, de plus en plus distinctes comme organes spécialisés, ont cessé enfin de se comporter à la façon de vraies feuilles et d'en conserver l'apparence. Alors seulement les deux séries,

d'abord confondues et influencées de la même façon, ont dû commencer à évoluer séparément, et depuis, le mouvement qui a porté les feuilles à s'ordonner sur la tige, en vue et au mieux des fonctions qu'elles avaient à remplir, ne s'est plus appliqué aux pièces florales, cédant de leur côté aux effets d'une adaptation spéciale. On voit par là comment, par la seule force des choses, deux transformations, semblables par l'identité de leur point de départ morphologique, ont dû cesser plus tard de coïncider pour aboutir ensuite respectivement à deux catégories d'organes de plus en plus distinctes, liées cependant entre elles par des nuances ataviques et par des récurrences morphologiques partielles. Ces récurrences, en ramenant les parties les plus profondément modifiées vers leur état antérieur, permettent de juger des états intermédiaires et des termes successifs de la métamorphose.

Une fois dédoublées et devenues indépendantes, l'évolution foliaire et l'évolution florale ont dû marcher parallèlement et entraîner respectivement les effets les plus opposés. Une fois dégagées des attaches d'une solidarité mutuelle, l'une d'elles a pu marcher plus vite que l'autre, à l'aide de transformations tantôt rapides et simultanées, tantôt inégales dans leurs effets respectifs. Tel est sans doute le secret de ces différences si variées, selon les groupes que l'on considère, et dans lesquels la symétrie florale et la symétrie phyllotaxique, selon les cas, coïncident traits pour traits ou contrastent vivement entre elles. Sous ce rapport, les Monocotylées, plus uniformes que les Dicotylées, semblent avoir obéi à une impulsion d'ensemble qui aurait eu pour résultat dernier une somme moindre de diversités et de combinaisons organiques secondaires.

La route que nous avons à suivre, ainsi déblayée des obstacles qui en obstruaient l'accès, s'ouvre maintenant sans peine au-devant de nous. Elle nous laisse voir la double direction vers laquelle nos regards explorateurs doivent se diriger. Il nous deviendra facile, par cela même, de saisir les deux ordres de caractères que nous avons à interroger à cet effet et de rencontrer en même temps les Dicotylées dont il a été question à plusieurs reprises, comme ayant été fixées les premières et conservant, plus que les autres, les traits partiels de l'organisation originaire.

L'appendice vaginal, point de départ de la feuille normale des Dicotylées, pourvue d'un limbe lorsqu'elle est complète, ne s'est pas transformé en un jour. Les cotylédons nous le montrent déjà différencié et sensiblement éloigné du type foliaire si connu chez les Monocotylées et dont les *Yucca*, *Bromelia* et *Dracæna* présentent de si parfaits exemples. C'est là un premier état, antérieur à ceux qui suivirent et l'on conçoit qu'il puisse reparaître encore sous nos yeux, au moins par récurrence.

Ce premier stade foliaire, qui nous fait entrevoir des Dicotylées différant très peu par leurs feuilles de la plupart des Monocotylées, a été certainement suivi de plusieurs autres. Même après la formation du limbe, l'appendice primitif a dû conserver longtemps sa prépondérance originaire. Nous avons effectivement des exemples relativement nombreux de ce stade plus récent, mais encore très reculé vers le passé. A ce deuxième stade en a succédé un autre dans lequel l'appendice primitif ne cesse de s'atténuer, en perdant à la fois son autonomie et son étendue, se scindant sur les côtés et s'amoindrissant de façon à se subordonner au pétiole, dont il finit par ne constituer que l'extrême base. C'est de ce troisième stade que datent les différenciations les plus remarquables, source et origine de toutes celles qui suivirent. Les cotylédons nous représentent bien cet état de la feuille des Dicotylées, déjà constituée, mais encore flottante, susceptible de développements très divers, tendant à arrêter la forme définitive de ses contours et les linéaments de sa nervation. De nombreux exemples, en dehors de ceux que nous fournissent les cotylédons eux-mêmes, permettent de le définir. Mais le mouvement évolutif dont les feuilles des Dicotylées furent l'objet n'eut pas seulement pour conséquence l'extension et la différenciation de leur limbe et, par contre-coup, l'atténuation de la partie vaginale primitive; ce mouvement a dû encore contribuer dans une large mesure aux variations phyllotaxiques dont nous avons plus haut exposé les éléments. A mesure que le pétiole, perdant de sa largeur, n'embrassait plus qu'une faible portion de la périphérie caulinaire, les feuilles elles-mêmes, plus dégagées et plus libres, rencontraient plus de facilité soit pour se coordonner en cycles plus complexes que la spire traduite par la formule 1/3, soit pour se distribuer deux

à deux, par paires alternantes et le plus souvent espacées, selon la combinaison qui caractérise l'ordre décussé.

C'est ainsi que nous considérons l'évolution des feuilles des Dicotylées; arrivons maintenant aux exemples : ces exemples, soit vestiges persistants d'un état antérieur, soit effets d'une récurrence atavique, nous les rencontrons dans des familles dont les feuilles sont demeurées engainantes et conservent par conséquent une partie au moins de la gaine primitive, servant de base au pétiole ou constituant à elle seule la totalité de ce pétiole. Dans ces mêmes familles, par une tendance naturelle tenant à la loi du balancement des organes, le limbe perd de son importance; il peut s'amoindrir et même disparaître, tandis que l'organe primitif reprend son aspect et sa conformation originaires. Ces familles sont, avant tout, celles des Renonculacées et des Ombellifères, celles-ci réunies aux Araliacées bien entendu. Nous avons signalé plus haut ces mêmes familles comme faisant justement partie de celles dont la structure caulinaire présente des anomalies et nous reviendrons aux Renonculacées à propos de la moindre transformation de leur appareil floral; ces divers points ont entre eux une corrélation visible. Les prophylles des *Aralia* nous laissent voir, par leur passage gradué vers les feuilles normales (voir la figure 96), les termes successifs de l'évolution foliaire. Il en est de même pour une foule d'Ombellifères dont le limbe se réduit ou disparaît dans la mesure même de l'extension que prend la partie vaginale, et toute une section, celle des *Eryngium* « bromélioïdes », présente des feuilles réduites à la seule partie vaginale et dentées-épineuses sur les bords, qui affectent l'apparence de celles des Monocotylées. Ici, la persistance de la gaine et l'avortement accidentel de tout le reste ramènent la forme primitive, correspondant au plus ancien des trois stades foliaires que nous avons admis.

Il en est de même chez les Renonculacées, dès que l'avortement ou l'atténuation du limbe permet à la partie vaginale de reprendre son rôle et de reconquérir son autonomie : les prophylles et les pièces bractéales des Helléborées, les feuilles des renoncules graminiformes, le démontrent suffisamment. On retrouve encore la feuille dicotylée primordiale dans une foule de bractées involucrales, parmi lesquelles nous citerons, comme uni-

que exemple, celles du *Cornus florida*, tellement elles laissent voir l'organe prototypique reconstitué, avec sa base dilatée en onglet, sa face étalée en une lame obtuse terminée supérieurement en une pointe rétuse, vers laquelle convergent sept nervures reliées entre elles par des veinules. C'est là le maximum de différenciation que la gaine foliaire ait atteint avant de donner

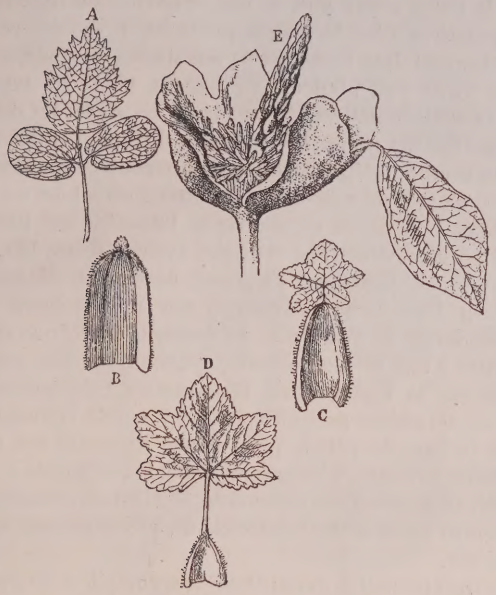

Fig. 120. — *Divers termes de différenciation des organes foliaires et appendiculaires.* — A, plantule de *Carpinus*, pour montrer la différence qui sépare, dans ce type, les cotylédons des feuilles primordiales. — B, C et D, états successifs conduisant des prophylles à la feuille normale chez les *Ribes* (d'après Baillon). — E, appareil floral d'une Magnoliacée (*Liriopsis Figo*); on voit ici le limbe et le pétiole d'une feuille normale accidentellement développés au fond de l'échancrure apicale de l'une des pièces qui servent d'involucre à la fleur (d'après Baillon).

naissance, par un prolongement de l'apex à la feuille proprement dite. Plusieurs Dicotylées sont restées à ce premier stade, c'est-à-dire que leurs feuilles conservent normalement cette structure primitive, soit intacte, soit faiblement différenciée. Il en est ainsi des *Dianthus*, dont les feuilles, connées et engainantes à la base, linéaires et atténuées en pointe, sont dépourvues de

limbe proprement dit. Il en est également ainsi des *Plantago*. D'ailleurs, la différenciation spéciale qui a fait surgir un pétiole s'épanouissant de manière à être terminé par un limbe, devenu ensuite la vraie feuille, n'a pas été universelle ni uniforme. Il y a eu bien des degrés entre l'organe rudimentaire et sa complète extension; le pétiole a pu se prononcer faiblement ou demeurer nul et le limbe n'être plus qu'une amplification indécise de la gaine primitive. C'est bien ainsi que la feuille se montre à nous le plus souvent dans le second de nos stades, ou stade « cotylédonaire ». Le gui, plusieurs Protéacées, bien des types herbacés, se sont définitivement arrêtés à ce stade. En dehors de l'exemple tiré des prophylles d'*Aralia*, il en est d'autres qui font voir comment la feuille dicotylée s'est constituée au sommet de la gaine, séparée de celle-ci par un étranglement qui est devenu le pétiole. Une figure empruntée à l'Histoire des Plantes de M. Baillon est instructive à cet égard (voir la figure 120, en E) : elle montre distinctement l'appareil floral d'un *Magnolia*, *M.* (*Liriopsis*) *Figo* Lour., enveloppé par un involucre à deux bractées, larges et échancrées au sommet, dont l'une se trouve surmontée d'une feuille normale, s'élevant sur son pétiole du fond même de l'échancrure. Les bractées représentent ici la gaine ou appendice primitif, plus tard scindé latéralement et isolé de la base du pétiole pour donner naissance aux stipules, et la feuille normale, « exceptionellement développée », permet de saisir, au moyen d'une récurrence accidentelle, comment cette feuille sortit normalement autrefois du prolongement apical de l'appendice.

Cette transformation graduellement accomplie a dû passer par bien des termes successifs, avant que, dans chaque groupe de Dicotylées, la feuille eût achevé d'acquérir ses caractères définitifs. Généralement, il n'est resté de l'état primitif que ce qu'on nomme les « stipules ». Ces organes, véritables résidus de la partie vaginale absorbée par le pétiole, ont même disparu totalement dans beaucoup de familles.

Certaines plantes dicotylées, entre autres les Sarracénées (voir la figure 121), ont conservé des feuilles en voie de formation, c'est-à-dire qui se sont arrêtées définitivement à un degré de différenciation peu avancé. Ces feuilles ne présentent effectivement qu'un rudiment de limbe imparfaitement développé au

sommet d'une gaine repliée en cornet. Les premières phases de l'évolution foliaire, traversées par les autres Dicotylées à un moment donné de leur existence antérieure, se trouvent ici reproduites d'une façon normale et permanente, et le type en

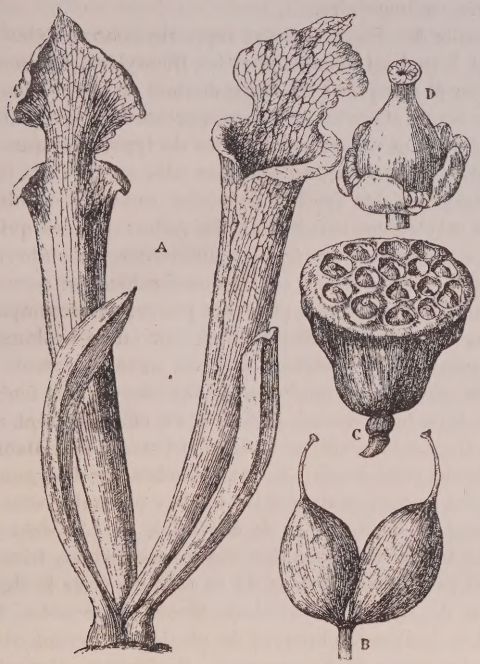

Fig. 121. — Modification graduelle des organes foliaires et floraux du groupe des Nymphéinées. — A, *Sarracena*, plante montrant des feuilles non différenciées et d'autres dont le degré de différenciation demeure normalement rudimentaire. — B, carpelles libres d'un gynécée de *Cabomba*. — C, carpelles libres, mais encastrés dans des alvéoles creuses, à la surface du réceptable accrescent d'un *Nelumbium*, *N. luteum*. — D, fleur fécondée d'un *Nuphar* montrant les carpelles soudés en un ovaire pluriloculaire, surmonté d'une rosette stigmatique. — (D'après Baillon).

question nous ramène à une époque où la classe entière ne possédait encore que des feuilles imparfaitement évoluées.

En examinant l'embryon en germination du *Darlingtonia*, on voit que les cotylédons se trouvent justement réduits à la seule partie vaginale, par conséquent au plus haut degré de

simplicité. Les feuilles suivantes, repliées en cornet tubulaire, s'allongent en un appendice terminal, et cet appendice, épanoui en une double languette, donne lieu à la feuille normale de ce type, qui n'est elle-même que la feuille normale des Dicotylées demeurée rudimentaire.

La feuille des Sarracénées se rapporte donc au début du stade pendant lequel cet organe, chez les Dicotylées, commença à se diversifier et à acquérir un limbe distinct de l'appendice vaginal. C'est ce même stade auquel se rapportent la plupart des cotylédons foliacés, et un certain nombre de types, tels que ceux que nous citions plus haut, ne sont pas allés au delà. Ils présentent par conséquent des feuilles normales semblables soit à leurs propres cotylédons, soit à ceux des autres plantes qui, à l'état adulte, développent des feuilles différentes des embryonnaires.

Le type cotylédonaire est reconnaissable aux nervures latérales, au nombre d'une à plusieurs paires, qui accompagnent la médiane et vont rejoindre celle-ci, soit en se prolongeant jusqu'au sommet de l'organe, soit en s'anastomosant avec des rameaux sortis de la médiane. — On observe des feuilles semblables dans le *Parnassia palustris*, où elles ont sept nervures; dans le *Cornus mascula*, où elles en ont cinq à sept. Dans certains *Convolvulus* (*Calystegia*), les Aristoloches, les Polygonées, etc., les feuilles embryonnaires et les feuilles normales sont en assez étroit rapport de forme et de nervation. — L'*Hedera caucasica* conserve toujours des feuilles ovalo-cordiformes, trinerves, qui diffèrent peu des cotylédons de la plantule (voir la figure 118). Il en est de même des Celtidées, Morées, Pipéracées, Ménispermées. Les feuilles triplinerves de plusieurs Caryophyllées, Myrtacées, Laurinées (*Cinnamomum*), Protéacées, Coriariées, etc., affectent ce même caractère. Leur différenciation n'est pas allée au delà de celle de la moyenne des feuilles embryonnaires dicotylées, celles des Cucurbitacées, des Laurinées et Hédérées étant choisies comme type. En adoptant un ordre ascendant, on peu dire que les *Sarracena* marquent le point de départ et les feuilles normales des *Viscum*, *Conospermum*, *Protea*, *Cinnamonum*, *Cornus*, *Parnassia*, *Hedera*, *Coriaria*, etc., le point d'arrivée de l'évolution foliaire dont les cotylédons d'une façon générale nous traduisent les termes variées et les résultats partiels. C'est à ce moment de l'évolution foliaire que, le limbe se trouvant

constitué et l'organe ayant acquis sa structure définitive, l'ordonnance phyllotaxique commença à se prononcer dans chaque groupe particulier, tandis que, d'autre part, les différenciations morphologiques prenaient naissance à leur tour. En d'autres termes, les feuilles normales ressemblaient plus ou moins à ce que sont restés les cotylédons foliacés, lorsqu'elles se mirent à arrêter graduellement leur disposition sur la tige et les diversités si multiples qui les distinguent et qui, le plus souvent, varient d'un genre à l'autre.

Une remarque curieuse vient à l'appui de cette manière de voir, c'est que beaucoup de familles, parmi celles qui paraissent le plus anciennement fixées sont aussi les plus flottantes et les plus irrégulières au point de vue de la phyllotaxie. Celle-ci relève, dans ces familles, des formules les plus simples, 1/2 ou 1/3, avec des passages fréquents d'une ordonnance à une autre. Il convient de citer particulièrement les Lauracées et les Protéacées, les Pipéracées, les Euphorbiacées, les Urticacées, les Hamamélidées, enfin un nombre relativement considérable de types dont les parties florales sont soumises à la symétrie binaire ou ternaire et dont les feuilles se trouvent gouvernées le plus souvent par la formule 1/2, celle de toutes qui se prête le plus à la transition vers l'ordonnance opposée, dans une direction, spiralée dans l'autre. Les Morées et Artocarpées, par exemple, les Cupulifères, les Santalacées, les Myristicacées et bien d'autres rentrent dans ce cas. Une parfaite régularité phyllotaxique, dans l'intérieur d'un groupe déterminé, basée sur une ordonnance soit opposée, soit spiralée à deux tours de spire par cycle, est plutôt l'indice d'une origine relativement récente. D'ailleurs, on ne saurait ici exprimer qu'une vue d'ensemble, une sorte d'échappée générale, à laquelle les détails précis font nécessairement défaut, et sujette à trop d'exceptions pour qu'il soit possible d'y insister davantage.

Les cotylédons épigés et foliacés atteignent parfois un assez haut degré de différenciation relative. Ceux du tilleul, dont nous avons déjà fait mention (voir la figure 117, en B) en témoignent et montrent, en même temps, qu'il a suffi de l'écartement et du prolongement des nervures latérales basilaires pour entraîner la formation d'un limbe palmé, de même que le limbe pinné résulte nécessairement d'un arrêt de déve-

loppement de ces mêmes nervures basilaires, dont la persistance a, au contraire, donné naissance à la feuille triplinerve; celle-ci est la moins éloignée de l'ordonnance primitive, comme nous l'avons déjà remarqué; de là un certain nombre de types foliaires, particuliers à chacun des groupes en voie d'évolution et c'est d'eux que sont ensuite sorties, à l'aide de modifications secondaires indéfiniment multipliées, toutes les feuilles de Dicotylées avec leurs innombrables diversités.

Si, au lieu de considérer l'ensemble, nous jetons les yeux sur chaque groupe pris séparément, nous pourrons suivre sans trop de peine cette marche et en tracer au moins une esquisse. Nous y parviendrons par l'observation directe des types foliaires comparés entre eux et avec les feuilles embryonnaires. Au moyen de celles-ci, nous obtenons le point de départ des diverses séries.

Un des cas les plus simples est celui du *Laurus* (voir la figure 119, en E), dont les cotylédons largement ovales, arrondis aux deux extrémités, entiers, mais fréquemment sinués ou sublobulés, présentent deux nervures latérales basilaires anastomosées supérieurement avec les ramules sortis de la médiane. L'origine de toutes les modifications dont la feuille des Lauracées s'est trouvée susceptible, est ici très nettement marquée. L'affaiblissement ou la disparition des nervures basilaires a conduit à la feuille, plus généralement penninerve, des *Laurus* et des *Persea*, tandis que leur développement ou leur extension ont donné naissance à la feuille triplinerve des *Cinnamomum* et des *Litsæa*. D'autre part, les sinuosités marginales, en se prononçant, ont produit les feuilles trilobées des *Sassafras*. Ce sont là des différenciations peu étendues et l'ancienneté probable du groupe est en rapport avec les limites restreintes de sa variabilité qui n'a jamais, pour ainsi dire, dépassé le cadre d'un seul genre, divisé en sections alliées entre elles de très près.

Le point de départ foliaire du groupe qui embrasse dans une seule alliance les Morées, Artocarpées, Urticées, Ulmacées, Celtidées, s'écarte peu du précédent, mais il s'avance bien plus loin. Les feuilles les plus simples, les moins diversifiées de ces divers groupes sonttoujours tracées sur un modèle triplinerve des plus uniformes, et l'on conçoit également que le développement ou

la disparition des nervures basilaires, dont il existe pourtant presque toujours quelques traces, ait engendré toutes les diversités que présentent les feuilles entières ou dentées, palmatinerves, penninerves ou triplinerves, de cette grande catégorie végétale.

D'autres types laissent voir, par la divergence très accentuée qui sépare leurs cotylédons des feuilles normales subséquentes, que l'hiatus intermédiaire a dû être comblé originairement par des états aujourd'hui perdus. Les feuilles embryonnaires des Corylacées sont instructives à cet égard. Dans le charme (voir la figure 118, en A), le cotylédon est entier, obovale-ellipsoïde, arrondi au sommet, échancré en cœur à la base et parfaitement entier sur les bords. Le limbe est occupé par environ sept nervures dont une médiane un peu plus prononcée que les latérales. Celles-ci diminuent en force et en étendue jusqu'à la paire la plus extérieure, qui est très faible et promptement anastomosée, ainsi que les autres, en un réseau à mailles décroissantes qui accompagne la marge. Rien dans cette disposition ne rappelle les feuilles dentées et penninerves qui, dans les charmes, succèdent immédiatement aux cotylédons. Il y a là sans doute l'indice d'un prototype depuis longtemps disparu et dont la véritable affinité nous échappe.

D'autres fois, la série des changements survenus est plus facile à déterminer. Le frêne, par exemple, présente des cotylédons ovales-ellipsoïdes qui se rapprochent sensiblement des feuilles normales du troëne (*Ligustrum*). Les feuilles suivantes sont déjà dentées et acuminées au sommet; mais encore simples; et ce sont seulement les paires venant ensuite qui commencent à paraître trilobées, puis trifoliées et finalement ailées. On constate donc ici la marche probable du type des *Fraxinus*, d'abord pourvu de feuilles entières, analogues à celles des *Ligustrum* et *Olea*, puis acquérant des feuilles dentées, ensuite incisées et en dernier lieu pinnées. Les feuilles simples et dentées, qui succèdent aux cotylédons, se montrent à l'état permanent dans la variété cultivée, dite *monophylla*. C'est un effet de récurrence, mais rien n'empêche d'admettre que la marche que nous venons de décrire n'ait été réellement celle que les *Fraxinus* ont autrefois suivie en transformant graduellement leur feuillage.

Les plantules de l'érable champêtre (*Acer campestre* L.) conduisent à de semblables conclusions (voir la figure 119, en B, C et D). Leurs cotylédons, ellipsoïdes-obtus au sommet et triplinerves, ressemblent aux feuilles du gui et à une foule de cotylédons d'autres familles. C'est l'indice d'un stade foliaire primitif pendant lequel le genre *Acer* ne possédait encore que des feuilles faiblement différenciées. Les feuilles primordiales, qui succèdent immédiatement aux embryonnaires, sont ovalaires, entières, cordiformes à la base, atténuées en pointe au sommet. La nervure médiane de ces feuilles est accompagnée d'une paire de latérales recourbées-ascendantes et de deux autres plus faibles extérieurement. Ces feuilles ressemblent beaucoup à celles de l'*Acer oblongum* du Népaul, qui sont fermes et persistantes. Elles doivent être l'indice d'un stade plus récent, pendant lequel les érables, déjà distincts en tant que groupe, ne possédaient pas cependant encore des feuilles aussi diversifiées que dans les temps qui suivirent. L'*Acer oblongum* représenterait cet état et aurait été exempt des modifications éprouvées par nos érables européens, lorsque chacun d'eux obtint les feuilles diversement lobées qui le caractérisent.

Bien d'autres types se prêteraient à de semblables observations et nous verrions toujours les feuilles composées succéder à des feuilles simples, au moyen de lobes convertis en segments, puis détachés sous forme de folioles. La foliole n'est elle-même qu'une partition graduellement prononcée et, de même que les feuilles simples, à l'intérieur de chaque groupe, ont dû précéder celles qui sont diversement découpées, de même dans chaque série les feuilles trilobées ou tripartites répondent à un type nécessairement antérieur à celles qui sont divisées en trois folioles, à plus forte raison aux feuilles pinnées et bipinnées. Respectivement, les feuilles cordiformes, lobées ou sinuées, ont précédé nécessairement, dans l'ordre d'évolution, celles qui sont palmées, incisées, ou enfin digitées.

Les Légumineuses sont instructives à ce point de vue, dont elles confirment la réalité. Leurs cotylédons, toujours simples et souvent assimilables à une foliole considérée isolément, dénotent clairement l'existence d'un état primitif, mais déjà différencié, pendant lequel le groupe ne possédait encore que des feuilles simples. Le passage de ce premier état à celui que nous

avons sous les yeux et qui est généralement caractérisé par des feuilles pinnées, a dû se faire graduellement à l'aide d'un sectionnement du limbe normal découpé en folioles. Dans les genêts et plusieurs autres genres à feuilles simples, il y a eu persistance de ce premier état ou retour à lui par atavisme. Les types trifoliés, comme celui des cytises, reproduisent un stade foliaire subséquent déjà plus compliqué, moins cependant que celui que réprésente le type le plus ordinaire, celui des *Robinia*, *Indigofera*, etc., avec ses feuilles ailées aux nombreuses folioles.

Il existe une particularité trop saillante, à notre point de vue, dans la tribu des Viciées, pour que nous n'ayons pas la pensée de la signaler. Non seulement, la plupart de ces Légumineuses laissent voir des vestiges de la gaine ou appendice foliaire primitif; mais leur feuille même, décomposée en folioles, ne résulte généralement que de la segmentation de cet organe plus ou moins modifié et cependant reconnaissable. Il est aisé de constater que les stipules répondent aux deux moitiés, latérales et basilaires, du limbe primitif. La nervure médiane de cette dernière partie, prolongée et changée en vrille, donne souvent naissance à des folioles, comme si ces folioles représentaient les subdivisions de l'ancien organe différencié. Les *Lathyrus*, spécialement le *L. nissolia* L., que ce soit retour atavique ou persistance, montrent l'appendice primitif encore intact, indivis, amplexicaule à la base, lancéolé-linéaire et parcouru par une médiane assez faible accompagnée de plusieurs paires de nervures longitudinales, reliées entre elle par des veinules. D'autres *Lathyrus* (*aphaca*, *ochrus*), font voir le même organe à divers degrés de différenciation, encore entier (*L. ochrus*) ou échancré et surmonté d'un prolongement en forme de vrille ou enfin (*L. aphaca L.*) dimidié en deux stipules, avec la nervure médiane transformée soit en organe de préhension, soit en un pétiole commun chargé de folioles. La tribu des Viciées nous découvre donc le point de départ de l'évolution foliaire chez les Légumineuses et ce point de départ nous ramène au plus ancien de nos stades foliaires, celui qui précède la genèse du limbe proprement dit des Dicotylées.

Prenons maintenant une autre section des Légumineuses, celle des Césalpiniées, dont il n'existe plus que deux genres

européens, *Cercis* et *Ceratonia;* nous allons voir se dessiner clairement les conséquences dernières de l'évolution foliaire à laquelle le groupe tout entier a obéi. Les cotylédons d'une Césalpiniée (*Bauhinia*), fig. 122 A, ellipsoïdes-obovales et un peu inégaux, présentent cinq à six nervures dont la médiane plus prononcée que les latérales, ramifiée avant le sommet, se résout en arcs de jonction anastomosés entre eux. C'est donc là une feuille entière dont la nervure médiane s'arrête avant la marge pour se rejoindre aux latérales, et celles-ci n'ont qu'à prendre de l'extension pour aboutir à la disposition palmée; elles n'ont au contraire qu'à s'oblitérer pour engendrer aussitôt une feuille penninerve, devenant pinnée si elle se scinde en plusieurs folioles, et, dans ce dernier cas, la nervure médiane cède la place au pétiole commun. Comme, d'autre part, dans le cas présent, cette nervure médiane se bifurque avant d'atteindre le sommet de l'organe, il existe une propension, si la feuille se scinde, à ce qu'elle donne naissance à une feuille pinnée, *sans impaire;* c'est ce qui a effectivement lieu chez beaucoup de Césalpiniées et chez toutes les Mimosées. Considérons maintenant, non pas les cotylédons, mais la paire de feuilles qui leur succède immédiatement, soit les feuilles primordiales et encore exactement opposées de la plantule d'un *Hymenea*, genre qui touche à celui des *Bauhinia*, nous observerons des feuilles tracées sur le même modèle, mais beaucoup plus larges, orbiculaires, cordiformes à la base, sensiblement inéquilatérales et pourvues de six nervures partant de la base, dont une médiane plus forte, deux latérales d'un côté et trois de l'autre; la médiane se détourne pour se ramifier et se rejoindre aux latérales à l'aide d'un ou plusieurs arceaux. Or, cette feuille primordiale offre le plus grand rapport, par la forme et la nervation, avec les feuilles normales de notre *Cercis*, dont les cotylédons ne diffèrent pas de ceux des autres Légumineuses, assez fréquemment émarginés au sommet, au-dessus du point d'arrêt de la nervure médiane. D'autre part, en interrogeant non plus les cotylédons, mais les feuilles normales des *Bauhinia* (fig. 122, A et *a*), on voit descendre l'échancrure jusqu'au delà de la moitié de la feuille et la nervure médiane s'y terminer brusquement par un mucron; enfin, dans les feuilles des *Hymenea* (fig. 122, B), la nervure médiane, com-

plètement disparue, fait place aux deux segments d'une feuille dimidiée, divisée maintenant en deux folioles. Le même mouvement, plusieurs fois répété, rend compte de la façon dont se sont constituées les feuilles à folioles nombreu ses, paripinnées

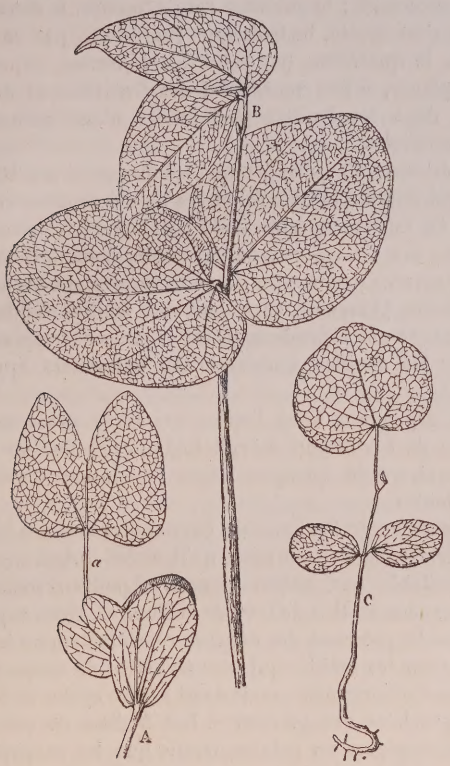

Fig. 122. — *Feuilles primordiales et cotylédonaires comparées des Légumineuses-Césalpiniées.* — A, plantule d'un *Bauhinia* montrant la première feuille entre les deux cotylédons; en *a*, feuille normale du même *Bauhinia*, figurée isolément. — B, plantule d'un *Hymenea*, *H. courbari*, montrant au-dessus des cotylédons, qui ressemblent aux feuilles normales du *Cercis*, une première feuille bipartite normale. — C, plantule de *Cercis* montrant, au-dessus des deux cotylédons une première feuille normale.

des Césalpiniées et des Mimosées. On n'a qu'à établir autant de termes qu'on voudra pour indiquer la marche de l'évolution,

à partir du cotylédon simple et indivis jusqu'à la feuille des *Tamarindus* et des *Gleditschia*, des *Cæsalpinia* et des *Acacia*, composée d'un si grand nombre de folioles; mais, sans aller aussi loin, nous constaterons sans peine au moins quatre stades foliaires successifs : le premier cotylédonaire, le second auquel le *Cercis* s'est arrêté, le troisième représenté par le type des *Bauhinia*, le quatrième par celui des *Hymenea*, auprès duquel on peut placer, si l'on veut, celui des *Ceratonia* et des *Hæmatoxylon*, dont les feuilles paripinnées n'ont qu'une double rangée de folioles.

En choisissant un autre groupe, tel que celui des Malvoïdées, dans lequel domine le type foliaire « palmé », nous verrions se dessiner la même marche. Aux cotylédons transversalement réniformes des *Gossypium*, par exemple, dont le limbe pourvu de trois nervures principales rappelle vaguement les feuilles des Aristolochiées (*Asarum*), succèdent des feuilles faiblement triquinquelobées qui reproduisent les organes correspondants des *Sterculia;* les feuilles normales des cotonniers apparaissent ensuite.

Il faut cependant nous limiter et, après avoir exposé les caractères de l'évolution morphologique des feuilles des Dicotylées, esquisser en quelques pages l'évolution florale de ces mêmes plantes.

Sans revenir sur l'origine de l'appareil floral des Dicotylées, nous affirmerons de nouveau qu'il a été originairement un axe assimilable aux autres rameaux, pourvu seulement de feuilles sexuées au lieu de feuilles ordinaires. Nous rappellerons encore que la présence des organes reproducteurs a influé, non seulement sur les feuilles qui leur servaient de support pour les transformer diversement, mais aussi sur les cycles de feuilles les plus rapprochées des premières. Les feuilles de ces cycles se sont ainsi changées en pétales, tandis que les carpophylles ou feuilles carpellaires, toujours situés au-dessus des androphylles, donnaient lieu au « gynécée ». Mais il pouvait aussi exister, dès l'origine, et par l'effet des premières différenciations, une tendance à l'avortement de l'une des deux catégories, de manière à amener la substitution de rameaux unisexués aux rameaux primitifs, nécessairement androgynes. Il est également concevable que les parties sexuées n'aient pas occupé néces-

sairement à l'origine l'extrémité du rameau floral, mais aussi son milieu ou la partie immédiatement inférieure au sommet. Dans ce cas, conformément à ce qui a eu lieu chez les Conifères, la sommité de l'axe, demeurée stérile, a dû se détruire promptement, et c'est à l'aide d'un phénomène de récurrence atavique qu'on la voit reparaître dans certaines fleurs dites perfoliées.

L'histoire de la fleur des Dicotylées est donc uniquement celle des transformations et des contractions successives de l'axe floral, opérées d'abord par le rapprochement des parties et, ces parties une fois rapprochées, par la tendance à l'élimination et à l'appauvrissement, qui, à côté de l'accrescence et de la soudure de certains éléments, en fait disparaître d'autres, en atténuant les organes devenus inutiles, destitués de leur rôle et dépouillés de leur signification antérieure. C'est ce triple mouvement de contraction, d'adhérence mutuelle et d'élimination dont nous avons à nous préoccuper; il comprend tous les éléments essentiels de l'évolution florale des Dicotylées.

Par une conséquence forcée, les fleurs les plus anciennes seront pour nous les moins transformées, celles qui s'écarteront le moins de ce que dut être l'axe primitif, celles dont les éléments bien que déjà contractés, ayant par cela même multiplié leurs tours de spire et perdu leur aspect foliacé, seront pourtant demeurés distincts, non soudés ou confondus, ni appauvris par élimination. Ces sortes de fleurs existent chez les Dicotylées. — Ce sont avant tout celles des familles dites « polycarpées », ou à carpelles demeurés indépendants et dont les fleurs sont le plus souvent formées de parties multiples, comme si chez elles l'axe floral, répondant à un rameau entier, n'avait fait qu'obéir à une tendance de concentration. Ce sont aussi les fleurs à pistils simples, auxquels succèdent des fruits « apocarpés », c'est-à-dire constitués par un carpelle unique ou du moins isolément développé, que ces fruits soient d'ailleurs indéhiscents et monospermes ou déhiscents et polyspermes à la maturité. Les fleurs ayant l'une et l'autre de ces structures ont évidemment servi de point de départ à l'évolution florale des divers groupes de Dicotylées, à organisation anthotaxique plus ou moins complexe, déroulés dans une foule de directions parallèles ou divergentes.

En tête des familles polycarpées, signalées déjà à propos de

l'histologie caulinaire et de la phyllomorphie, il faut citer les Renonculacées, Magnoliacées, Anonacées, Dilléniacées, Berbéridées, Nymphéacées, Podophyllées, etc.; comme exemple de familles monocarpées, les Lauracées, Protéacées, Amygdalées, Légumineuses; mais il est d'autres groupes encore auxquels les Rosacées et les Saxifragées peuvent servir de types caractéristiques, qui, procédant par enchaînement et possédant un plan floral à plusieurs carpelles distincts, comme point de départ visible, arrivent à des combinaisons organiques très avancées sans sortir cependant des limites d'une seule et même famille. Comme ces combinaisons enchaînées et croissantes sont évidemment l'indice d'une évolution, dont les effets se sont réalisés à l'intérieur des limites d'un groupe déjà déterminé, et qu'il s'agit, par cela même, de l'évolution d'un plan floral préablement fixé, nous devons avant tout considérer ce qui concerne les bases de ce plan floral, avant de nous attacher aux modifications partielles qu'il aurait éprouvées, après s'être particularisé.

Il a dû exister à cet égard des diversités originaires, dont il est difficile de ne pas tenir compte. — La fleur des Dicotylées représente un bourgeon dont le développement donne naissance à un axe portant, au lieu de feuilles, des supports sexués; mais la nature et la position de ces bourgeons floraux sont aussi variables que celles des bourgeons ordinaires d'où sortent des jets pourvus de feuilles normales. Dans le *Magnolia*, le bourgeon floral termine les rameaux secondaires dont il n'est qu'un prolongement. Les cycles de pièces ou éléments floraux sont multiples et ordonnés, non en verticilles, mais en spire. C'est une branche entière transformée par la sexualité et assez faiblement modifiée. Le cas du *Magnolia* et du *Liriodendron* ou tulipier, reproduit par bien d'autres Polycarpées, est le plus simple. Le bourgeon floral et l'inflorescence coïncident dans ce cas et se confondent totalement; mais, dans d'autres cas également fréquents, le bourgeon floral n'est plus qu'axillaire. Situé le long d'un axe dont les feuilles sont converties en bractées, il représente un bourgeon de seconde venue. C'est ce que fait voir, entre autres, l'inflorescence en épi ou grappe simple des *Schumacheria* [1] parmi les Dilléniacées. On conçoit qu'il y ait eu ici

1. Voy. Baillon, *Hist. des Plantes*, I, p. 102, fig. 140.

une réduction, c'est-à-dire que l'axe floral, sorti de bourgeons axillaires, au lieu de provenir d'un bourgeon terminal unique, ait été originairement plus faible et qu'il donne naissance à une fleur composée d'un nombre plus restreint de parties. En effet, le gynécée des fleurs de *Schumacheria* ne comprend que trois carpelles au lieu des carpelles en nombre illimité des *Magnolia*; mais, entre ces deux types, on peut intercaler celui des *Tetracera*, dont le bourgeon floral, directement situé à l'aisselle des feuilles normales, ne termine pas le rameau, comme dans le *Magnolia*, sans être de seconde venue, sur un axe né à l'aisselle des feuilles normales, comme dans l'exemple précédent. Ici, en définitive, les carpelles sont au nombre de cinq, de même que les sépales et les pétales, les étamines restant en nombre illimité.

Il faudrait décrire des types de fleurs par milliers, si l'on voulait faire ressortir toutes les combinaisons florales auxquelles les Dicotylées se sont prêtées, sous l'influence de l'évolution, en dehors même des avortements et des soudures, dont il n'est pas encore question. De grandes familles, dont les tribus enchaînées découvrent tous les divers passages, sont là pour étaler au grand jour les innombrables variétés auxquelles un même plan floral peut aisément donner naissance. La fleur de certains rosiers représente un bourgeon terminal, comme celle des *Magnolia*, et les éléments de cette fleur sont aussi en nombre multiple; c'est bien encore un rameau entier ou plutôt une portion considérable de ce rameau qui a donné lieu à la fleur. La dilatation pédonculaire, la connexion ou la soudure des divers cycles ne marquent qu'imparfaitement l'ordonnance primitive. Mais plus loin, chez les Pomacées, en même temps que l'axe floral s'amoindrit, le nombre des éléments constitutifs diminue, tandis que la soudure a fait des progrès; enfin, dans la série voisine des Amygdalées, la réduction produit des résultats plus marqués et le carpelle devient unique par avortement. Il suffit, sans insister sur aucun détail, d'avoir montré que l'étendue et la situation de l'axe floral, de même que le nombre des éléments sexués dont il était pourvu à l'origine, ont dû varier dans de très larges limites, en sorte que des fleurs à androphylles et carpophylles en nombre illimité, on passe, à l'aide de termes échelonnés, à celles qui présentent ces organes en quantité définie ou tout à fait réduite,

distribués en un ou plusieurs cyles gouvernés par les nombres 2, 3, 4 ou 5, selon les ordres et les types que l'on passe en revue.

On voit que nous atteignons sans peine l'une des causes les plus actives et en même temps la plus ancienne de toutes celles qui ont agi sur la fleur primitive pour la différencier, celle qui a porté sur le nombre des parties pour les réduire successivement. Cette réduction, remarquons-le en passant, s'est opérée plus facilement dans les éléments terminaux, qui sont les carpelles, que dans les intermédiaire qui comprennent l'androcée.

Les Amygdalées, dont nous parlions plus haut, confinent presque au groupe immense des Légumineuses qui n'ont, comme elles, qu'un seul carpelle et un nombre limité d'androphylles. Les Protéacées et Lauracées affectent respectivement la même structure combinée avec un plan floral caractéristique pour chacun de ces groupes. L'axe floral n'a jamais eu, dans ces divers types, qu'une étendue limitée et il est presque constamment constitué par un bourgeon de seconde venue, bien plus rarement par un bourgeon simplement axillaire, c'est-à-dire situé à l'aisselle d'une feuille normale ou bien encore naissant directement sur l'ancien bois, comme dans le *Cercis*.

Il est à croire que le carpelle unique des familles qui viennent d'être mentionnées provient de la réduction d'un cycle originaire de feuilles carpellaires; non seulement à cause de leur défaut de symétrie, mais encore par la [1] considération de certains groupes comme celui des Connaracées, allié de près aux Légumineuses et dont les carpelles, uniques dans le fruit, sont au nombre de cinq distincts dans la fleur, quatre d'entre eux demeurant stériles. Les Connaracées touchent elles-mêmes de près aux Terébinthacées, chez lesquelles le nombre des carpelles, tantôt distincts, tantôt plus ou moins soudés, s'élèvent jusqu'à cinq (*Spondias*) ou se réduisent à 2-3 (*Pistacia*) ou finalement à un seul (*Mangifera*, *Anacardium*).

Ce qui a varié le plus à l'origine dans la fleur des Dicotylées, c'est le nombre absolu des parties, celui des cycles de pièces florales, enfin, dans chacun d'eux, le nombre des éléments qu'ils comprennent. C'est là le fait d'une élimination partielle; mais

1. Baillon, *l. c.*, II.

cette élimination a pu devenir totale pour certains cycles déterminés, de manière à entraîner l'exclusion de l'un des sexes. De là est sortie la monœcie ou séparation des sexes cessant de se trouver réunis dans une seule et même fleur, structure dont les Dicotylées nous offrent de nombreux exemples et qui n'est qu'une conséquence de la réduction du nombre des éléments floraux poussée jusqu'à l'extrême. Les Légumineuses nous montrent fréquemment ce phénomène dont les traces visibles subsistent dans le rudiment de carpelle qui survit à l'avortement du gynécée.

L'axe floral, comprenant un nombre restreint et déterminé de pièces constituantes, telle est la règle de l'immense majorité des Dicotylées. Ce n'est donc plus un rameau entier, ni sa partie médiane et basale, mais uniquement sa sommité, c'est-à-dire les cycles d'appendices les plus voisins de ce sommet, ou encore un axe d'une faible étendue, qui donnent lieu à la fleur. Dans cet ordre de genèse florale, les cycles, gouvernés le plus ordinairement par les nombres 2-4-5, sont eux-mêmes au nombre de quatre principaux qui prennent les noms, à partir du plus inférieur, de *calyce*, *corolle*, *androcée* et *gynécée*. Seulement l'androcée est fréquemment composé de deux cycles d'étamines. Cette fleur, qu'on pourrait presque qualifier de normale chez les Dicotylées et dont les différenciations ont été innombrables, caractérise un très grand nombre de familles dont certaines doivent être rangées parmi les plus anciennement fixées. C'est ce que l'on est amené à reconnaître lorsque, faisant abstraction des soudures et des irrégularités postérieures, on s'attache uniquement au groupement des cycles de pièces florales ou d'éléments sexués, donnant lieu à une combinaison définie.

Il en est ainsi des Araliacées (en y englobant les Ombellifères), dont le plan très simple, une fois réalisé, n'a plus donné lieu qu'à des variations des plus secondaires. Fixé de bonne heure, ce type est ensuite demeuré immuable dans ses traits fondamentaux. La prompte soudure des carpelles, soit entre eux, soit avec les autres cycles d'éléments a doté les Araliacées propres d'un gynécée 4-5 mère, souvent di-tétramère, jusquà 10-12 mère, gynécée symétrique avec les éléments des autres cycles de la fleur. Chez les Ombellifères, par contre, les carpelles ont été uniformément réduits à deux, encore distincts et séparables dans le fruit. Cette réduction du gynécée à deux carpelles,

soudés plus ou moins en un ovaire « dimère », reparaît dans une foule de types; elle répond à une des combinaisons les plus fréquentes et les plus naturelles que l'évolution florale des Dicotylées ait accomplie.

La détermination du nombre régulier des éléments sexués et de leurs cycles, à la suite de la contraction de l'axe, constitue le premier stade de l'évolution florale des Dicotylées; c'est ainsi qu'un certain nombre de plan floraux ont dû se réaliser. L'élimination par avortement ou appauvrissement graduel, enfin la soudure et les variations morphologiques par hypertrophie, allongement ou atténuation relatifs des parties, ont dû faire le reste. Mais à ce moment de l'évolution des types floraux, les familles qu'ils servent à caractériser étaient déjà arrêtées dans leurs linéaments fondamentaux. C'est à l'intérieur de chacune d'elles qu'on peut suivre cette dernière évolution en définissant l'amplitude du mouvement qui correspond à l'ensemble des notations différentielles des divers genres compris dans ces familles.

A cet égard, il en est de particulièrement intéressantes. Ce sont celles qui sont ordonnées par enchaînement. L'histoire des plantes de M. Baillon présente sur ce point de précieux enseignements et l'on peut y suivre, pour ainsi dire, la marche de l'évolution considérée dans un ordre formé de plusieurs séries partielles reliées entre elles, à partir de celle dont le plan floral résulte d'éléments plus distincts, moins réduits et d'une ordonnance plus régulière. Ce plan floral typique peut alors être pris comme représentant le point de départ de toutes les combinaisons subséquentes, que celles-ci tiennent à des soudures, à des éliminations ou à des déviations morphologiques. C'est ainsi qu'après avoir considéré l'évolution générale de l'appareil floral des Dicotylées, on redescend vers les effets secondaires de cette même évolution. C'est à ces combinaisons d'un ordre inférieur que l'on applique le nom de « genre » et ce sont elles qui constituent les subdivisions des familles et des tribus ou sections de familles. Ce sont là, du reste, des termes purement conventionnels, créés par les naturalistes pour exprimer des catégories de caractères, hiérarchisées d'après leur importance relative. En réalité, il n'existe aucune limite déterminée, séparant la variété de l'espèce et celle-ci du genre ou de la tribu; pas plus que la tribu n'est distincte véritablement de la famille.

On observe toujours des diversités organiques d'un degré plus ou moins élevé, distribuées d'après une échelle ascendante, dont les échelons ne peuvent s'isoler qu'à raison des vides ou lacunes intercalés.

Les Saxifragacées peuvent servir à la démonstration de cette complexité croissante des éléments de la fleur, si l'on prend pour

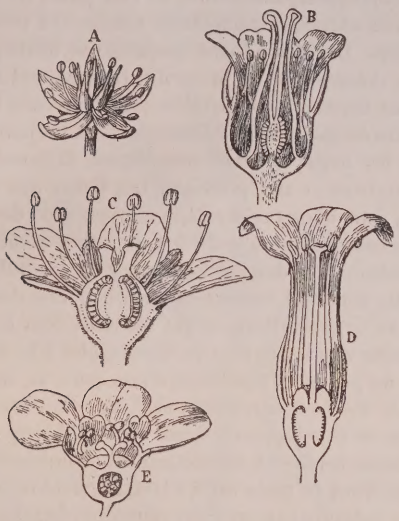

Fig. 123. — *Complexité et soudure croissantes des parties de la fleur dans le groupe des Saxifragacées* (d'après Baillon). — A, fleur normale de *Crassula* montrant des carpelles indépendants et des étamines libres d'adhérence réciproque. — B, coupe longitudinale, par le milieu d'une fleur de *Saxifraga* dont les carpelles sont soudés à la base en un seul ovaire et libres supérieurement. — C, fleur d'un autre *Saxifraga* montrant une soudure plus avancée de ses diverses parties. — D, soudure plus avancée de l'ovaire avec l'androcée devenu supérieur et la base de la corolle, dans une fleur de Saxifragacée (*Escalonia*). — E, coupe longitudinale par le milieu d'une fleur de *Ribes*, montrant le degré de soudure le plus avancé auquel l'appareil floral du groupe des Saxifragacées puisse donner lieu. — Ces divers organes sont légèrement grossis.

point de départ, à l'exemple de M. Baillon, les Saxifrages dont la fleur pentamère, avec un double cycle d'étamines, présente deux carpelles, tantôt distincts, tantôt soudés à moitié ou totalement en un ovaire biloculaire, libres jusqu'à la base ou plus ou moins engagés dans le calice. — Les Crassulacées, groupe contigu, ont des fleurs presque semblables, mais dont les car-

pelles sont au nombre de 4 à 5; cette même pluralité des carpelles (4-6) se retrouve chez plusieurs Saxifragacées (*Cephalotus*, *Parnassia*, *Francoa*); et le degré de soudure de ces organes varie également sans rien enlever à l'évidente parenté de tous ces genres. Les variation de nombre des carpelles, toujours soudés et infères ou semi-infères distinguent l'un de l'autre les *Deutzia*, *Philadelphus*, *Escalonia*, et l'on passe de ces genres à l'ovaire à deux carpelles intimement soudés et à corolle épigyne des groseillers. Les deux loges carpellaires libres, soudées en une capsule déhiscente à la maturité, reparaissent avec les Cunoniées, pour éprouver de nouvelles variations chez les Hamamélidées dont les carpelles semi-adhérentes sont toujours au nombre de deux et les fleurs souvent monoïques. Celles-ci conduisent aux liquidambars et aux platanes. Les fleurs des premiers, en glomérules, sont unisexuées et appauvries, avec des vestiges de structure hermaphrodite; mais les capsules bivalves, enchassées en grand nombre dans la substance du capitule qui constitue le fruit, accusent encore la présence des deux carpelles typiques. Les organes floraux des seconds, tout à fait réduits, n'offrent guère que les parties indispensables à la reproduction. c'est-à-dire un groupe d'étamines, d'une part, et, de l'autre, des groupements de 2 à 8 carpelles par fleur, dont les fertiles donnent lieu en se développant, à une boule sphérique que recouvrent les fruits serrés et mutuellement comprimés, que nous connaissons. Tout le reste est à l'état de résidus; mais les carpelles libres indiquent la présence d'une combinaison florale très ancienne, par laquelle les sexes séparés de bonne heure et l'élimination, par appauvrissement, de toutes les pièces accessoires ont réalisé un état de choses entièrement distinct de celui que nous présentent les vraies Saxifrages; bien que vraisemblablement il s'agisse d'un point de départ commun, d'où plusieurs séries, s'avançant à la fois, se seraient graduellement engagées dans des voies plus ou moins divergentes. Pourtant les liens qu'elles auraient gardés, plus ou moins étroits ou relâchés selon les cas, rendraient encore leur parenté reconnaissable aux yeux des analystes qui les scrutent attentivement.

Il y a effectivement des appareils floraux qui sont constitués par l'appauvrissement, l'atténuation et l'élimination des parties non indispensables, de telle sorte qu'à l'opposé de ce qui existe

chez les Magnoliacées, la fleur se trouve ramenée à de faibles dimensions, dépouillée de la plupart des éléments accessoires et réduite à peu près aux seuls organes sexués.

Si nous considérons un de ces groupes, les Quercinées, par exemple, nous reconstituerons sans trop d'efforts les appareils primitifs, en retrouvant, à l'aide des vestiges des parties avortées ou diminuées, l'aspect qu'ils ont dû avoir à un moment donné. C'est une évolution d'une nature différente de celle à laquelle on doit les soudures, ayant également pour but la sûreté de la

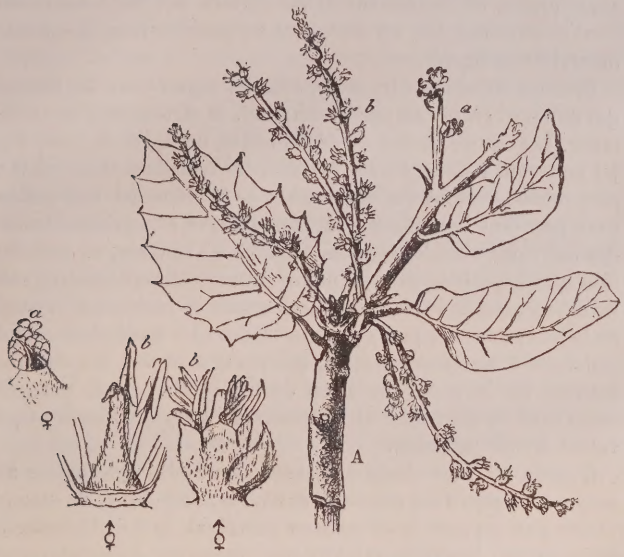

Fig. 121. — *Exemple d'une récurrence vers la structure hermaphrodite des fleurs normalement unisexuées des Quercinées.* — A, rameau de *Quercus ilex* L., présentant en *a* un chaton femelle et en *b* plusieurs chatons mâles érigés, pourvus de fleurs semi-androgynes. — *a* représente une des fleurs femelles grossies et *b b* deux fleurs androgynes très fortement grossies dont une dépouillée de son périanthe laisse voir un ovaire rudimentaire entouré de plusieurs étamines (d'après nature).

reproduction. Le résultat voulu est identique, mais il a été poursuivi dans des temps divers et des conditions distinctes, à l'aide de procédés variables. Nous verrons plus tard que la fécondation croisée est un de ces procédés et que la forme, la structure, l'éclat même et l'odeur de la fleur n'y ont pas été étrangers. Mais la

fécondation croisée s'opère surtout au moyen de la monœcie et de la diœcie, par la séparation des sexes ; elle résulte autant de l'intervention du vent que de celle des insectes, et, dans le premier cas, l'abondance des poussières de pollen est un des facteurs du phénomène. Nous pensons que la structure des appareils floraux par appauvrissement des parties accessoires, en agglomérant les fleurs mâles sur des axes séparés et flexibles, après les avoir distraites des inflorescences femelles, a dû rendre plus efficace l'action du vent, comme agent de fécondation et par conséquence de croisement. Il est certain que les Amentacées, dont nous allons dire un mot, sont au premier rang des plantes dicotylées anémophiles.

Prenons un chêne : les sexes sont ici séparés sur des chatons qui diffèrent entre eux par la situation, la structure et la consistance. Les mâles, grêles et décombants, occupent la base d'un jet nouveau, à l'aisselle des feuilles ; les femelles, plus courts et plus raides, se montrent vers le haut de ce même jet. Ces chatons sont pourtant homologues et l'on observe exceptionnellement des individus chez lesquels ils tendent à s'égaliser, en manifestant une disposition plus ou moins prononcée vers l'androgynie. Ils deviennent alors uniformément érigés et pourvus à l'aisselle de leurs bractées de petits bourgeons dont les écailles servent de collerette à une fleur centrale, qui porte à la fois des étamines insérées sur le périanthe et un ovaire, celui-ci soudé partiellement avec ce périanthe et surmonté d'un style tripartite équivalent à trois carpelles.

D'après cela, les chatons ou axes sexués des Quercinées auraient été d'abord des rameaux axillaires, c'est-à-dire de seconde venue par rapport à un rameau principal, qui de l'aisselle de leurs propres feuilles auraient donné naissance à des bourgeons de troisième venue, arrêtés dans leur développement et dont les feuilles modifiées auraient involucré une fleur unique primitivement terminale. Mais ces bourgeons de troisième venue, ayant subi un point d'arrêt, ont dû eux-mêmes répondre originairement à des axes feuillés plus ou moins longs et hermaphrodites, ensuite diversement modifiés et ne retenant que l'un des sexes. On jugera sans peine de la série d'appauvrissements successifs qu'il faut nécessairement présumer, avant que ces axes floraux primitifs aient été réduits aux seules parties indispensables : un

périanthe à 5-6 divisions pour les mâles, un bourgeon avorté à prophylles soudés en cupule involucrale pour les femelles, et qu'ils n'aient plus offert, en fait de supports, au lieu du rameau feuillé du début, que le chaton garni de bractéoles qui supporte actuellement les fleurs.

Le châtaignier, dont la transformation s'est arrêtée plus tôt, montre une des phases antérieures de l'évolution florale dont les chênes représentent le terme le plus avancé. Chez lui les axes de l'inflorescence sont tous érigés et homomorphes; c'est à l'aisselle des bractées de ces chatons que paraissent les fleurs, correspondant ainsi à des bourgeons de troisième venue ou même de quatrième, lorsque les chatons sont rameux. Les plus inférieurs de ces chatons ne portent que des fleurs mâles; mais à mesure que l'on remonte vers le sommet de l'axe primaire, les chatons deviennent androgynes et les fleurs les plus inférieures de chacun d'eux exclusivement femelles. Le nombre 3 préside ici au plan de la fleur; le périanthe à six segments des fleurs mâles entoure une douzaine d'étamines, avec un rudiment d'ovaire dans le milieu. Le style à six divisions des fleurs femelles est l'indice de la présence originaire de six carpelles soudés entre eux et avec le périanthe également à six divisions. Trois de ces fleurs sont enfermées dans chacun des involucres ou bourgeons avortés, à écailles transformées en piquants, destinés à envelopper le fruit. Tout dans le châtaignier confirme les métamorphoses présumées que l'examen du chêne laissait entrevoir. Les fleurs femelles, au nombre de trois par involucre, attestent que cet organe a dû constituer primitivement un axe feuillé garni de fleurs axillaires, et la situation des fleurs femelles à la base des chatons androgynes, ou mâles dans le haut, fait toucher au doigt que c'est bien par un arrêt de développement que les appareils se sont formés. Les fleurs femelles appartiennent visiblement à une génération plus avancée d'un degré que les mâles et se trouvaient originairement situées à l'aisselle des feuilles d'un axe de troisième ordre; elles représentaient donc elles-mêmes des bourgeons de quatrième venue et les bractées sous-tendantes, rapprochées et soudées ensemble à la suite de leur transformation, ont donné naissance aux piquants de l'involucre.

On retrouve donc ici la trace d'une longue suite de transfor-

mations par réduction, étiolement, point d'arrêt et élimination, dont les Quercinées ont été le siège à une époque primitive, antérieure à leur existence historique. Les Faginées, au moins aussi anciennes que les Castanées, et constituant un type parallèle et non pas dérivé par rapport à celles-ci, nous découvrent une combinaison assez différente, puisque chez elles, au lieu de chatons, on observe des glomérules ou réunions de fleurs en capitules pédonculés, sortant directement de l'aisselle des feuilles normales. Les périanthes campanulés qui entourent les fleurs mâles ne diffèrent que par le nombre plus variable et un degré plus avancé de soudure des segments qui les composent, des organes correspondants des Castaninées. L'involucre des fleurs femelles manifeste, de son côté, plus de complexité de structure ; les fleurs qu'il renferme, au nombre de trois, sont trimères et par conséquent tricarpellées. Au total, on remarque un degré de génération de moins dans l'appareil femelle des Faginées comparé à celui des Castaninées, en sorte que chez les premières il existe une homomorphie des organes mâle et femelle comparés entre eux. La déhiscence régulière de l'involucre, devenu capsulaire, la séparation plus marquée de deux catégories d'inflorescences dénotent chez les Faginées un degré spécial de transformation organique.

L'évolution explique donc les moindres particularités de la structure florale caractéristique de chaque groupe et elle nous montre ici les Faginées évoluant à part des Castaninées, bien que sorties originairement du même point de départ que celles-ci, tandis que les chênes ou Quercinées propres, dérivés des Castaninées, ne constituent, malgré leur importance, qu'un groupe subordonné, parvenu à un degré de transformation plus avancé que ces dernières. Le moyen n'a pas varié ; c'est toujours par voie d'appauvrissement et d'élimination, par une réduction graduelle des parties atténuées ou disparues, par la soudure s'appliquant surtout aux éléments de l'organe femelle que le groupe tout entier s'est différencié. En considérant particulièrement les carpelles primitivement distincts, on remarque leur fusion en un fruit divisé en autant de loges qu'il y avait de carpelles. C'est ce fruit que possèdent encore les Chataigniers ; mais dont les cloisons, d'abord incomplètes, s'effacent finalement dans celui des Chênes ou gland, qui ne renferme le plus souvent

qu'une seule graine, avec des rudiments des autres ovules avortés.

Après nous être rendu compte des éléments de l'évolution chez les Dicotylées, c'est-à-dire du processus que le phénomène a nécessairement suivi pour aboutir à ses fins, si l'on s'en rapporte à l'analyse des organes actuels, de manière à retrouver, sous l'apparence qu'ils ont acquise, les traces non effacées de l'ordonnance primitive, il est temps de nous attacher, non plus au présent, mais au passé, et de rechercher les traits épars du développement historique des Dicotylées, tel que l'étude des fossiles nous permet de le concevoir.

Cette nouvelle étude ne saurait être que très incomplète, puisqu'elle a uniquement pour base des documents clairsemés, à l'état de débris épars; elle est loin cependant d'être dénuée d'intérêt, surtout si nous pouvons en retirer une confirmation au moins partielle des données que l'examen des organes actuels nous a permis de formuler. De toutes façons, on commettrait une grave erreur en supposant que les notions tirées des Dicotylées fossiles soient de nature à jamais fournir les éléments d'un tableau suivi de l'évolution de cette classe. Il ne saurait en être ainsi, non seulement parce que les traces végétales se réduisent à l'état fossile à un assez petit nombre d'espèces, représentées par quelques-uns de leurs organes détachés, à l'exclusion des autres, mais encore par cette raison qu'à mesure que l'on s'éloigne du présent pour gagner le passé, les liens de l'analogie se relâchent, en sorte que l'exacte détermination des degrés de parenté qui rattachent les plus anciennes Dicotylées à celles que nous avons sous les yeux tend à devenir obscure et incertaine, alors qu'il importerait le plus de la préciser. Tant qu'il s'agit d'espèces congénères, l'examen des feuilles ou des fruits considérés isolément peut certainement suffire pour donner aux attributions que l'on adopte et aux enseignements retirés de ces attributions un degré approximatif de vraisemblance ou même de certitude; mais dès que, par suite de l'éloignement, on met la main sur des Dicotylées primordiales, se rapportant à des genres éteints et à des types d'autant plus curieux qu'ils s'écartent davantage de ceux que nous connaissons, la difficulté d'établir leur nature vraie et le degré précis de parenté qui les rejoint aux types actuels devient

promptement insurmontable, en présence des éléments disjoints dont la réunion et l'analyse auraient seuls rendu possible une appréciation de cette nature. Ainsi, la signification des éléments susceptibles de nous éclairer au sujet du processus évolutionnaire nous est presque inévitablement dérobée; de plus, une dernière cause d'ignorance résulte de la tardive et subite apparition des Dicotylées, déjà bien éloignées de leur point de départ et relativement différenciées, au moment où elles se montrent pour la première fois, dans des circonstances assez curieuses pour que nous en disions ici quelques mots.

Dans l'état actuel des connaissances, les plus anciennes Dicotylées ne sont pas antérieures au milieu de la période crétacée et, à partir de l'étage qui marque leur début, soit en Europe, soit dans l'Amérique du Nord, l'étage cénomanien, elles deviennent presque aussitôt prépondérantes. Leur extension est donc alors aussi rapide que leur apparition instantanée, et presque immédiatement aussi un certain nombre de genres encore vivants se laissent voir revêtus des caractères qu'ils ont depuis conservés; c'est-à-dire que, dès lors, il existe des Dicotylées génériquement définissables, les unes d'une manière certaine, les autres avec un degré de probabilité dont il est juste de tenir compte. Telle est l'apparence, mais cette apparence ne traduit sans doute qu'une faible portion de la réalité. La diffusion dans le temps et à travers l'espace a été relativement subite; la prépondérance a été rapidement acquise, mais il ne s'ensuit nullement que la date de cette extension ait été celle de la naissance et de la création originaires. Les fossiles conservés dans les sédiments entraînés au fond des eaux ne nous ont jamais traduit qu'une partie des phénomènes contemporains. ceux qui se passaient au bord ou du moins dans un certain périmètre à portée des lacs et des mers. Relativement au règne végétal en particulier, la composition de son tapis à l'intérieur des terres, vers le haut des montagnes ou dans le sein des hautes vallées, a dû forcément nous échapper toutes les fois que cette composition s'est trouvée différer notablement sur de pareils points de celle des flores couvrant les plaines et les vallées inférieures, en un mot le plat pays. Tel est sans doute le sens véritable de cette extension, en apparence subite, des Dicotylées, reléguées depuis longtemps dans des régions que des

mouvements géologiques, des oscillations du sol rendirent tout d'un coup accessibles, après en avoir longtemps dérobé la connaissance. Voyons les circonstances dont le phénomène fut accompagné et interrogeons le traité de géologie de M. de Lapparent [1] comme le plus récent et le mieux raisonné en vue de la question que nous avons à considérer. Cet auteur divise la période crétacée en deux sous-périodes, l'*infracrétacée* et la *crétacée proprement dite*, qui succède à la première et opère la transition vers la tertiaire. La période infracrétacée, au contraire, se lie étroitement à celle qui la précède ou série « oolithique » et sa végétation, telle que nous la connaissons, n'est qu'un prolongement de la flore de cette dernière période. M. de Lapparent a été cependant frappé de ce fait que les formations à polypiers, qui s'avançaient antérieurement jusqu'au 54e degré de lat. N., ont reculé de manière à ne plus guère se montrer que dans le sud de l'Europe, pendant la période infracrétacée. Ce retrait devient pour lui un indice de l'abaissement relatif de la température dans l'Europe septentrionale et du moment où les conditions climatériques du tropique auraient cessé de s'étendre jusqu'aux alentours du cercle polaire. L'émersion d'un espace continental considérable constitue le trait principal de cette première sous-période, ainsi que le démontre la présence des sédiments d'eau douce, constatée sur une foule de points. L'ensemble du système infracrétacé se subdivise en quatre étages, qui, à la base, partent du néocomien, dont le wéaldien est l'équivalent d'eau douce, pour aboutir supérieurement à l'urgonien, puis à l'aptien et à l'albien, au-dessus duquel commence la craie proprement dite. Pour se rendre compte de ce qu'était alors la flore terrestre européenne ou du moins la portion de cette flore dont nous avons connaissance, il faut remarquer que les plantes arrivées jusqu'à nous proviennent toutes ou du périmètre immédiat des anciennes plages marines ou de formations d'eau douce situées vers l'embouchure des fleuves dans les parties basses et récemment exondées des régions infracrétacées. Cette remarque est importante en ce qu'elle donne la clef du caractère possible de la distribution géographique des plantes de cette époque, distribution probablement très différente de

1. A. de Lapparent, *Traité de géologie*, p. 908-909 et 941-942.

celle qui semblerait résulter de la nature des seuls éléments mis à notre portée. Sans en être absolument certains, nous pouvons conjecturer qu'il en était ainsi, non seulement d'après les changements qui vont bientôt s'opérer, mais aussi à raison d'une circonstance curieuse que nous devons mentionner. Par ses Cycadées, ses Conifères, ses Fougères, par la présence de certains types comme le *Spirangium;* par l'absence complète, en apparence au moins, des Dicotylées, la végétation infracrétacée se rattache évidemment à celle des temps antérieurs. Pourtant, dans une suite de gisements situés sur le pourtour de l'ancien golfe infracrétacé qui dessinait une courbe rentrante du Hainaut et des Ardennes à la Haute-Marne et de la Haute-Marne en Normandie, selon une ligne passant par Vassy, Avalon, Saint-Dizier, Nogent-le-Rotrou, pour aller aboutir au Havre et de là en Angleterre, on rencontre constamment, parfois comme à la Louvière et à Vassy, avec une extrême abondance, des strobiles de Conifères silvicoles : cèdres, pins et sapins, qui dénotent la présence de forêts montagneuses, contrastant complètement avec les Cycadées, les Araucariées, les Fougères et les autres types que l'on observe partout ailleurs et qui peuplaient le fond des plaines et le bord des lagunes d'embouchures. Les Abiétinées puissantes et variées, croissant à portée de l'ancien golfe, laissent donc entrevoir sur son pourtour une ceinture montagneuse assez étendue et assez élevée pour admettre une flore différente de celle des plages inférieures et bien plus analogue à la végétation forestière des hautes régions de la zone tempérée actuelle, qu'on n'aurait été porté à l'admettre si ces restes fossiles nous fussent restés inconnus.

Voici donc une contrée élevée et boisée, peuplée d'essences particulières, qui se trouve révélée à nous, sans doute grâce à l'intervention des cours d'eau qui descendaient de toutes parts, entraînant vers le rivage infracrétacé les dépouilles d'une forêt revêtue, par l'effet de l'altitude, de caractères spéciaux. Bien d'autres cantons et principalement les vallées intérieures ont dû receler des divergences de végétation, tout aussi accentuées et d'une autre nature. Là sans doute est le secret de l'origine mystérieuse des Dicotylées, qui ne tarderont pas à se montrer, et dont il n'existe pourtant de vestiges d'aucune sorte ni dans le wéaldien de Westphalie, ni dans l'urgonien des Carpathes. Alors cependant

et dans tous le cours de la période que nous considérons, ces plantes ont dû se propager et se répandre, s'avancer de proche en proche, peut-être justement à la faveur de cette extension continentale dont l'Europe offrait l'exemple et qui n'avait jamais été plus prononcée qu'au moment où s'ouvrait la période infracrétacée. Les Dicotylées, dans cette hypothèse, auraient suivi la direction de l'est à l'ouest, profitant de la jonction du sol européen avec une terre boréalo-orientale, de même que dans une tout autre direction elles auraient occupé l'Amérique du Nord. Il est bien certain qu'antérieurement à l'époque où nous nous plaçons c'est-à-dire dans la seconde moitié des temps jurassiques, ni dans les Indes, ni dans la Sibérie de l'Irkutsk, ni dans les régions polaires, il n'existe de vestige déterminable de Dicotylées. La flore urgonienne ou rapportée à l'urgonien par M. Heer, de Kome (Groënland), par 70°, 40 de lat. N., a cependant fourni une feuille isolée de peuplier; mais la provenance de cette espèce unique est-elle réellement hors de contestation? Il serait difficile de l'affirmer avec certitude. Nous demeurons donc dans une ignorance à peu près absolue de ce que pouvaient être les Dicotylées infracrétacées, faute de documents qui nous aient fait connaître leur présence, dès cette époque, au sein de notre zone, soit en Europe, soit en Amérique, et tout en admettant la possibilité de cette présence. D'où que les Dicotylées soient venues, elles se trouvent en possession d'une partie au moins du sol européen dès le commencement de la période suivante, celle de la craie propre. On les observe aussi dans l'Amérique du nord et au Groënland, à peu près à la même époque, et leur essor une fois inauguré ne s'arrêtera plus.

M. de Lapparent [1] partage la craie en quatre étages, comme l'infracrétacé. Ce sont, à partir de la base, le cénomanien, le turonien, le sénonien et le danien ou étage de la craie de Maestricht. Le garumnien ou craie supérieure d'eau douce, si développé dans le midi de la France, où elle est assez riche en végétaux, couronne tout cet ensemble et le relie au tertiaire. Il existe des Dicotylées sur chacun de ces horizons partiels. A partir du cénomanien, on ne cesse de les rencontrer partout comme un élément essentiel et prépondérant de la flore ter-

1. *Traité de géologie* précité, p. 941 et suiv.

restre. M. de Lapparent, dont nous invoquons encore le témoignage, considère la craie propre comme marquée presque partout par un retour de la mer dont les dépôts s'appuient transgressivement sur des terrains plus anciens, antérieurement et depuis longtemps émergés, occupés alors de nouveau par les eaux océaniques. C'est ce que l'on observe dans le centre et le nord de l'Europe, aux Etats-Unis et jusqu'au pied de l'Himalaya. C'est là un mouvement offensif de l'élément liquide qui mord et empiète sur les continents. Non seulement l'étendue océanique ou lacustre accroît son périmètre, mais les plantes qui peuplent les cantons envahis abandonnent leurs débris à l'action des nouvelles eaux qui les entraînent, et leur présence dans les sédiments ainsi déposés nous ouvre certainement l'accès d'un monde nouveau d'associations végétales, situées à l'écart de celles que les étages précédents nous avaient permis de connaître. Par la même raison, ces phénomènes dénotent des révolutions physiques de nature à influer sur le développement de la nature organique, en entraînant un abaissement relatif de la température de notre zone et une différenciation plus prononcée des climats dans le sens des latitudes. — On voit qu'il s'agit en définitive d'un mouvement des plus complexes qui se résumerait de la manière suivante :

1° Après une extension préalable de la surface continentale, extension favorable à la diffusion des nouveaux types dicotylés, jusqu'alors étroitement cantonnés, après une dépression assez marquée de l'intensité calorique, par suite d'un affaissement général, la mer concurremment avec les eaux douces occupe certaines parties de l'espace précédemment émergé.

2° Ce mouvement offensif des eaux a pour résultat de disjoindre des étendues continentales auparavant continues; il se combine avec une différenciation croissante du climat dans le sens des hautes latitudes; enfin, il facilite la connaissance de la flore récemment constituée, en amenant la fossilisation de nombreux végétaux sur des points dont les plantes étaient restées inconnues jusque-là.

3° Sous l'influence de ces divers phénomènes, les Dicotylées, cessant d'être cantonnées et subordonnées, se répandent partout, se différencient de plus en plus et acquièrent dans la flore terrestre une prépondérance qui ira toujours en s'accentuant.

Il est certain qu'en Bohême les lits du quadersandstein inférieur, rangés sur l'horizon de la craie cénomanienne, se trouvent en contact immédiat avec le terrain paléozoïque et qu'en Amérique le dakota-group, qui représente le même horizon, repose directement sur le trias. Les végétaux dont ces couches et d'autres encore contiennent les débris étaient certainement établis sur un sol ancien, lorsque les nouvelles eaux vinrent les submerger ou entraîner leurs restes dans les couches en voie de formation. On est donc obligé d'admettre que ces végétaux existaient avant l'envahissement du pays par les eaux et avant les événements qui furent la conséquence de cet envahissement. Il est vrai que dans le midi de la France, c'est près des bords d'une mer déjà ancienne, le long de laquelle les bancs de rudistes élevaient une ceinture d'écueils, mais qui loin de s'élargir tendait à se restreindre et à se dessécher, que les Dicotylées de la craie ont laissé des vestiges; mais les gisements connus jusqu'ici dans cette région se rapportent à un horizon déjà plus récent, celui du turonien, et le caractère général accuse, relativement à ce qui existait en Bohême à la même époque, des différences assez sensibles. Malgré tout, les Dicotylées, bien que dans une proportion moindre, ont encore ici la prépondérance sur les autres catégories. Leur extension à ce moment était un fait accompli; en dessous même du turonien, dans le Gard, et jusqu'au niveau du cénomanien (gardonien du Pin), il existe des traces reconnaissables de Dicotylées. Les couches cénomaniennes d'Atané, dans le Groënland, par 70° lat. N., sont riches en végétaux de cette classe. Le phénomène est donc, pour ainsi dire, universel et nous sommes assurés de la présence et de l'extension des Dicotylées à travers l'étendue entière de notre zone dès le premier étage de la craie propre.

Cette présence constante et cette diffusion universelle prouvent à elles seules que ces plantes existaient avant la période où nous les rencontrons pour la première fois, non pas récentes ni représentées par des types juvéniles, mais déjà puissantes et distribuées en un assez grand nombre de familles et de genres, dont plusieurs sont évidemment arrivés jusqu'à nous. Comme l'absence de Dicotylées fixées dans leurs traits décisifs est visible en ce qui concerne la série jurassique; qu'en supposant même que la classe fût déjà constituée, elle aurait été faible, subor-

donnée et exclue des localités qui ont fourni des plantes fossiles, il en résulte que c'est dans l'espace vertical qui sépare le jurassique du cénomanien, c'est-à-dire dans le cours de l'infracrétacé, époque d'extension continentale, s'il en fut jamais, qu'il convient de placer le phénomène de la propagation des Dicotylées, de leur exode, en un mot, hors de la région mère ou des cantonnements où leur évolution s'était accomplie.

Mais, en admettant l'existence des Dicotylées comme vraisemblablement antérieure à la date constatée de leur première extension, il est permis de se demander la véritable cause de l'absence de ces plantes dans les étages qui précèdent le cénomanien. — Il est certain, en premier lieu, que l'envahissement par les eaux d'espaces auparavant et depuis longtemps émergés constitue en lui-même une circonstance de nature à favoriser le passage à l'état fossile de plantes exposées, sans ce mouvement, à demeurer inconnues. C'est ce que l'on observe effectivement, non seulement en Amérique, mais encore à Blankenburg, dont le grès à *Credneria* repose sur le trias, et, en Bohème, où le Quadersandstein recouvre le sol primitif ou paléozoïque. En second lieu, il se trouve que le gisement de Kome, dans le Groënland, placé à la hauteur de l'urgonien, a fourni un échantillon unique de Dicotylée, le *Populus primæva* de Heer, dont la détermination n'est pas douteuse, comme attribution à la classe, sinon au genre peuplier, et dont la provenance était tenue pour assurée aux yeux du savant de Zurich. S'il existait des Dicotylées dans le Groënland dès le niveau de l'urgonien, c'est-à-dire bien avant le cénomanien, pourquoi leurs vestiges sont-ils restés tellement rares dans l'infracrétacé, qu'ils y soient partout inconnus, sauf l'exception que nous venons de citer? C'est que probablement leur marche extensive a coïncidé justement avec le cours de cette période et que plus on s'avance en arrière vers le jurassique, plus leurs traces ont dû être clairsemées, en dehors de certaines directions que ces plantes auraient suivies en rayonnant de leur point de départ. Si ce point de départ était situé à l'intérieur des terres; s'il dépendait de certaines régions montagneuses, il est tout simple que, pendant longtemps, il n'y ait eu que peu ou point de Dicotylées, le long des plages ou dans les pays écartés des points de jonction qui communiquaient avec la région mère

de toute la classe. Il existe en effet quelques présomptions en faveur de cette dernière hypothèse. La flore urgonienne de Wernsdorf est une flore littorale. Il en est de même des gisements de plantes wéaldiennes qui, dans le nord de l'Allemagne, aussi bien qu'en Angleterre, correspondent à des lagunes d'embouchure, constituant une région basse, peuplée de plantes palustres. Pour ce qui est des végétaux infracrétacés recueillis soit en Belgique, dans le Hainaut, soit au pied des Ardennes ou plus loin, en Normandie et en Angleterre, la présence constante, sur l'horizon du néocomien, de l'albien ou du gault de ces localités, de cônes charriés par les eaux et non accompagnés de leurs rameaux respectifs, montre bien qu'il s'agit de courants descendus des escarpements boisés, situés sur le pourtour de l'ancien golfe. Ces escarpements étaient recouverts et couronnés de nombreuses Conifères, pins, cèdres, sapins, araucarias; mais nous ignorons, faute d'indices, si aux essences qui viennent d'être énumérées, n'étaient pas dès lors associées un certain nombre de Dicotylées. Leurs feuilles en tout cas ne seraient pas arrivées jusque dans les lits inférieurs en voie de formation, pas plus que celles des cèdres et des pins, dont les cônes sont si fréquents au sein de ces mêmes strates. On conçoit que des eaux courantes, venues de haut et de loin, aient réussi à entraîner des organes résistants comme des strobiles, obéissant à leur impulsion rapide, à l'exclusion de fragments plus légers et en même temps plus rares, particulièrement des feuilles. Il y a donc une certaine vraisemblance à admettre qu'il existait déjà des Dicotylées plus ou moins répandues, soit en Europe, soit en Amérique, lors de l'infracrétacé; mais que les conditions favorables à la conservation de ces plantes ne se sont rencontrées que plus tard, leur rareté même étant un obstacle à ce que ces conditions fussent aisément réalisées.

Les flores locales, avec Dicotylées, observées jusqu'à présent dans la craie, à partir du cénomanien, s'échelonnent de la manière suivante :

ÉTAGES DE LA CRAIE	PRINCIPALES FLORES ET GISEMENTS DE PLANTES FOSSILES
Garumnien ou maëstrichtien sup..	Couches de Patoot dans le Groënland. — Plantes du garumnien de Provence et des Pyrénées.

Maëstrichtien ou danien.....	Plantes du Limbourg et de la craie de Maëstricht. — Portion des plantes de la craie de Westphalie.
Campanien ou Sénonien sup.....	Flore de Haldem et de la craie de Westphalie. — Gosau en Autriche. — Blankenburg dans le Harz. — Lignites de Fuveau en Provence.
Santonien ou Sénonien inférieur..	Flore des sables d'Aix-la-Chapelle.
Turonien.....	Grès du Beausset, près de Toulon, et de Bagnols dans le Gard. — Quetlinburg dans le Harz.
Cénomanien...	Niederschœna en Saxe. — Dakota-group, dans le Missouri. — Plantes du Quadersandstein inférieur de Bohême et de Silésie. — Moletein en Moravie. — Système d'Atané dans le Groënland.

Il existe entre ces diverses flores un lien général assez étroit, par l'extension et la permanence de certaines formes caractéristiques, pour faire croire que la végétation, relativement uniforme dans le sens des latitudes, n'aurait varié que faiblement d'un bout à l'autre de la période. — Le *Glyptostrobus gracillimus* Ett. se rencontre à la fois dans le Missouri, en Bohême et en Saxe, ou M. d'Ettingshausen l'a signalé sous le nom de *Frenelites Reichii*. Le *Sequoia Reichenbachi* Hr. s'étend du Groënland jusqu'en Moravie; il se retrouve dans le turonien du midi de la France, comme dans le sénonien d'Aix-la-Chapelle. Le *Flabellaria longirhachis* Ung., l'un des plus anciens palmiers européens a été observé à la fois dans le turonien de Gosau, dans le campanien de Fuveau, enfin dans le garumnien de Barjols (B. du Rh.). Ni ce Palmier ni le *Fl. chamæropifolia* qui lui est associé en Europe et qui a été signalé dans le cénomanien de Silésie et sur l'horizon campanien de Blankenburg, ne pénètrent, à ce qu'il semble, dans la région arctique groënlandaise où cependant il existe encore des Cycadées et des Gleichéniées. Ces dernières sont également fréquentes à Moletein, à Niederschœna et à Aix-la-Chapelle. Le genre éteint *Cyparissidium*, si répandu dans la craie du Groënland, se montre aussi dans le turonien de Bagnols (Gard) et du Beausset, près de Toulon. Ce sont là des

liens multiples qui témoignent d'une décroissance encore faible de la chaleur dans le sens des latitudes. L'abaissement de la température sur une étendue de trente degrés environ, de Toulon et des bords méridionaux de l'Europe d'alors, jusqu'à Atané, dans le Groënland septentrional, ne se trahit que par l'exclusion présumée des Palmiers dans l'extrême nord et par la prépondérance visible de certaines Dicotylées d'aptitude relativement boréale, comme les peupliers et le tulipier qui dominent dans le Groënland.

Nous allons maintenant considérer toutes ces flores, au point de vue exclusif des Dicotylées qu'elles comprennent, en nous attachant aux déterminations les moins incertaines; nous verrons s'il résulte quelques conséquences de leur rapprochement ainsi formulé.

Plusieurs de ces flores n'ont fourni que des indices peu déterminables; toutes cependant concourent au résultat que nous cherchons, c'est-à-dire à la définition approximative des éléments qui avaient la prépondérance parmi les Dicotylées de cette première époque. Une seule est assez riche et renferme un nombre de familles et de genres assez considérable (vingt-trois familles et quatre-vingt-douze genres) pour que l'on soit autorisé à croire qu'elle reproduit un tableau relativement fidèle du développement auquel étaient parvenues les plantes que nous considérons, dans la seconde moitié de la période crétacée : c'est la flore américaine du Dakota-group, décrite par M. Lesquereux et que M. Heer regarde comme se rapportant à une région boisée et montagneuse, dont les débris végétaux auraient été entraînés de toutes parts par les eaux courantes qui l'auraient sillonnée. Cette induction est basée à la fois sur la présence de certains genres (*Alnites*, *Fagus*, *Populus*, *Salix*, *Platanus*, *Liriodendron*, *Viburnum*), plus spécialement adaptés à la zone tempérée boréale, et sur l'absence corrélative de types exclusivement méridionaux, en particulier des Palmiers; enfin la même présomption semble confirmée également par les liens étroits qui rattachent la flore du Dakota-group à celle d'Atané dans le Groënland, indiquant l'existence d'un climat à peu près semblable dans les deux régions. Il est possible en effet que les plantes du Dakota-group aient été en majorité forestières et montagnardes ou que des attenances géographiques aient uni

les deux contrées. D'ailleurs on pourrait dire la même chose des plantes du cénomanien de Bohême et de Moletein en Moravie, qui dénotent une station fraîche voisine du bord des eaux. Les formes, dans toutes ces localités, ont quelque chose d'exubérant et les Conifères ne s'y montrent qu'en nombre restreint. — Le contraire semble résulter de l'examen de la flore de Niederschœna et encore plus de celle du turonien de Bagnols et des environs de Toulon. Celle-ci surtout est remarquable par une réunion de Dicotylées, affectant pour la plupart une singularité d'aspect de nature à fixer l'attention. Plusieurs de ces Dicotylées, imparfaitement déterminables quant au genre, se trouvent associées à d'autres, dans lesquelles, il n'est pas difficile au contraire de reconnaître des types assimilables à ceux de nos jours : *Magnolia*, *Menispermum*, *Euphorbia*, *Bumelia*, *Sapindus*. Les types amis de la fraîcheur et des sites montagneux se trouvent ici rares ou clairsemés, sinon inconnus. On se sent transporté dans des plaines chaudes, méridionales et relativement sèches; la nature coriace des Fougères, probablement saxicoles, achève de le démontrer. Effectivement les Filicinées de Bagnols reproduisent l'aspect des *Thinnfeldia* et des *Ctenopteris* jurassiques. La présence des *Araucaria* et des *Cyparissidium* de la craie arctique ajoute un trait de plus au tableau. Nous reviendrons sur les types de Dicotylées, cénomaniens ou turoniens, qui paraissent éteints; pour le moment nous voulons faire ressortir cette particularité, qu'en dépit des divergences de station et de l'éloignement géographique, sur treize genres déterminés que comprend la flore turonienne du midi de la France, 9 d'entre eux, soit près des deux tiers, ont été signalés dans le Dakota-group et dix dans les couches d'Atané au Groënland, proportion assurément des plus considérables, si l'on a égard à l'immensité de l'espace interposé. Ces genres communs aux trois régions, ou du moins à deux d'entre elles, sont les suivants : *Laurus*, *Bumelia* ou *Sapotacites*, *Aralia*, *Magnolia*, *Menispermum*, *Dewalquea*, *Euphorbiophyllum*, *Sterculia*, *Celastrophyllum*, *Leguminosites*, *Rhus*, *Sapindus*, *Myrtophyllum;* de telle sorte que presque tous les genres de Dicotylées observés jusqu'à présent dans le turonien du sud-est de la France se retrouvent soit dans le cénomanien du Missouri, soit dans celui du Groënland septentrional; où rencontrer une plus grande preuve que la catégorie de plantes

que nous considérons avait dès lors acquis une remarquable uniformité dans ses éléments constitutifs, d'un bout à l'autre de la zone boréale? C'est un premier point auquel se trouvent subordonnées toutes les divergences locales ou régionales.

Ce qui ressort encore de l'examen de la flore du Dakota-group, c'est que le dédoublement des Dicotylées, pour mieux dire leur distribution en ordres et en familles, était tellement avancée que l'on ne saurait, en passant ceux-ci en revue, constater dans leur série d'autre lacunes que celles qui résultent naturellement du passage d'une flore à l'état fossile, état nécessairement incomplet, la moindre portion des végétaux existant ou, si l'on veut, les seuls types prépondérants sur un point donné ayant eu la possibilité de laisser des vestiges reconnaissables. En un mot, prises dans leur ensemble et par la composition de leurs éléments, en ce qui concerne les Dicotylées, ces premières flores cénomaniennes ne s'écartent pas sensiblement de celles qui suivirent, sauf les nuances que nous mettrons dans leur jour tout à l'heure. On est donc bien forcé d'en conclure, qu'au moins par leurs traits principaux, les Dicotylées de la craie propre, même la plus ancienne, différaient peu de ce qu'elles furent plus tard, lors du tertiaire et surtout dans la première moitié de cette période.

Prenons, par exemple, les Dicotylées de Gelinden. Nous observons la série suivante de familles.

Cupulifères.	Salicinées.	Urticées.
Laurinées.	Caprifoliacées.	Araliacées,
Ampélidées.	Hamamélidées.	Renonculacées.
Ménispermacées.	Dilléniacées.	Sterculiacées.
Célastrinées.	Rhamnées.	Myrtacées.

Sauf leur nombre plus restreint, comme il convient à une flore locale assez peu riche en espèces, ces familles sont presque toutes les mêmes que l'on observe soit dans le Dakota-group, soit au Groënland. La proportion ne varie pas sensiblement si l'on consulte la plus riche des flores éocènes, celle des gypses d'Aix-en-Provence. Le nombre des familles, comparé à celui de la totalité des espèces, qui est dans la proportion de 1 à 4, 3 pour le Dakota-group [1]; de 1 à 3,8 à Atané, soit environ d'un

1. En opérant un triage plus sévère et ne tenant compte que des seules

quart [1], s'élève quelque peu à Gelinden et à Sézanne, où il est comme 1 à 3,4 et 1 à 3,3 ou d'un peu moins d'un tiers ; mais ce même nombre redescend à Aix-en-Provence, où il est dans la proportion de 1 à 4,6, plus d'un cinquième et moins d'un quart. Au fond, la proportion générale reste à peu près la même et chaque famille compte plus ou moins d'espèces suivant que la flore dont elle fait partie est plus ou moins riche ou plus ou moins explorée. Pour ce qui est des genres, malgré l'incertitude que laisse souvent leur détermination, on voit que, dans le Dakota-group [2], leur nombre est dans la proportion d'environ 4 dixièmes relativement au nombre total des espèces; on compte donc en moyenne 2, 6 espèces par genre. A Atané, le même nombre excède 4 dixièmes (4, 6), c'est-à-dire que chaque genre ne compte guère, plus de deux espèces en moyenne. A Gelinden, la même proportion relative se maintient; enfin, à Aix, le nombre des genres (62), comparé à celui des espèces de Dicotylées (176), n'est plus que d'environ 3, 5 dixièmes, ce qui donne un peu moins de 3 espèces (2,8) par genre. Mais si, au lieu du nombre proportionnel des genres vis-à-vis de celui des espèces, on considère le nombre de genres que comprend en moyenne chaque famille, on reconnaît que dans les flores cénomaniennes du Dakota-group et d'Atané, ce nombre est de 1, 7; qu'il s'élève à 2, 4 dans la flore paléocène de Gelinden et à 2, 8 dans celle d'Aix. On peut conclure de ces chiffres que, d'une façon générale, les genres ont tendu à se multiplier en passant de la craie dans l'éocène, chaque famille lors de cette dernière période en comprenant un nombre plus fort qu'auparavant.

Nous sommes certains que, dès la craie supérieure, les Dicotylées étaient partagées, comme maintenant, en Apétales, Gamopétales et Dialypétales : nous sommes également assurés qu'il existait dès lors des familles à carpelles distincts, soit monocarpées, comme les Laurinées, Anacardiacées et Légumineuses, soit polycarpées comme les Magnoliacées, Ménispermées, Nélum-

familles dont la présence est établie sur des indices non controversés, le chiffre proportionnel n'est plus que 3,6 et se confond presque avec celui que donne Atané.

1. Ce qui donne en moyenne quatre espèces par famille.

2. Après correction et élimination des genres trop douteux ou qui font double emploi.

biées ; des familles à carpelles imparfaitement soudés comme les Sapindacées, les Malvoïdées, ou présentant divers degrés de soudure, de manière à constituer un fruit à plusieurs loges, mais libre d'adhérences avec la corolle; d'autres enfin à carpelles plus complètement soudés et à ovaire inférieur et engagé dans la substance du réceptacle, comme les Myrtacées, présentant une combinaison spéciale, comme les Morées, ou sorties d'un appauvrissement graduel des parties florales et de la soudure mutuelle des éléments avortés de l'inflorescence, comme le montrent les Cupulifères et les Myricées. Les principales combinaisons organiques s'étaient donc alors réalisées; mais ces combinaisons, une fois accomplies, et servant de base aux ordres et aux familles, d'autres combinaisons ont suivi, d'où procèdent les genres, et nous avons à retirer de cette évolution d'un degré inférieur des considérations directement applicables à la flore fossile de l'âge que nous avons en vue.

Si certaines familles de Dicotylées paraissent réellement plus récentes que d'autres, cela vient en partie de ce que la notion même de famille est inégale et que par le fait on applique souvent ce terme à des dédoublements de groupes qui, originairement au moins, n'avaient qu'une valeur générique. La famille, il est vrai, a eu pour point de départ une combinaison organique qui représente le plan de structure sur lequel elle a été fondée, mais ce plan a pu n'être au début qu'une simple ébauche graduellement déterminée, et dans tous les cas il a conservé longtemps une certaine élasticité, une latitude potentielle susceptible de se modifier dans une ou plusieurs directions, et ce n'est qu'à partir du moment où ces modifications ont été réalisées, que les divers genres de chaque groupe se sont constitués, pour ne plus varier que d'une façon secondaire, les variations principales une fois fixées. De là les genres, qui se sont formés toutes les fois que le plan de structure de la famille ne s'est trouvé ni inflexible ni incommutable. Même dans ce cas, celui des Laurinées par exemple, il y a eu lieu à des variations qui ont pu donner naissance à des coupes génériques, très faiblement caractérisées, il est vrai, si on les compare à d'autres. A ce point de vue, il y a des degrés inégaux dans la valeur comparative de la notion de genre, de même qu'entre les familles comparées. Toutes ces notions proviennent en réalité des degrés successifs

d'une série d'évolutions, en voie de complexité, et elles sont d'une valeur essentiellement relative.

Bien que, prises en masse et considérées dans l'ensemble de la série qu'elles constituent, les familles de Dicotylées aient peu varié depuis la craie [1], la proportion suivant laquelle ces familles se trouvent combinées, leur importance relative, les particularités distinctives de celles auxquelles la prépondérance était acquise, enfin la présence parmi ces familles de types visiblement éteints sont de nature à fixer avant tout notre attention : nous passerons ensuite aux genres et par eux nous obtiendrons des indices relatifs à l'évolution intérieure des familles considérées à part.

La proportion des familles ou des types dialycarpés, c'est-à-dire à carpelles demeurés distincts dans le fruit, solitaires, ou libres d'adérences mutuelles paraît plus forte qu'en aucun autre temps : ce sont celles des Laurinées, Magnoliacées, Ménispermées, Renonculacées, Nélumbiées, Sterculiacées, Berbéridées, Anacardiacées et Légumineuses. Ces familles sont, non seulement considérables par le nombre, mais encore par le rôle dévolu à plusieurs d'entre elles : les Magnoliacées et les Légumineuses se montrent dans cinq, les Ménispermées et les Anacardiacées dans quatre des stations principales du cénomanien et du turonien réunis, c'est-à-dire dans toutes celles qui ont fourni un nombre d'espèces tant soit peu considérable. Mais à ces familles de Dialycarpées, dont le plan floral résulte d'une combinaison plus simple, plus rapidement constituée, si l'on oint celles dont le type caulinaire nous a présenté des anomalies de structure ou dont la feuille conserve des traces visibles de l'organisation primitive, nous rencontrons justement les Nélumbiées, les Renonculacées, les Araliacées, qui tiennent, concurremment avec les précédentes, le premier rang parmi les familles signalées à l'état fossile dans la craie. C'est là une prédominance trop notable pour ne pas servir d'argument, en faisant voir qu'en effet les types dicotylés, qui répondent théoriquement aux combinaisons de structure les moins complexes et les premières fixées, sont justement ceux qui sont les plus répandus dans l'âge

1. Nous ne voulons parler que des ligneuses, les seules que nous connaissions à l'état fossile et sur lesquelles il nous soit possible de formuler des présomptions.

le plus reculé auquel il nous ait été donné d'observer cette catégorie de végétaux.

Il faut aussi tenir compte de cette circonstance que, parmi les types de Dicotylées de la craie supérieure, il en est au moins trois : *Aralia*, *Dewalquea*, *Euphorbiophyllum*, dont le port frutescent, par son galbe trapu, subdivisé par sympodie, se rapprochait plus ou moins de l'état primitif de la classe entière, tel que

Fig. 125. — *Types divers de Dicotylées primitives de la craie.* — A, *Polytænia quinquesecta* Sap. et Mar. (turonien de Bagnols, Gard). — B, *Quercus primordialis* Lqx. (Dakota-group). — C, C, *Euphorbiophyllum antiquum* Sap. et Mar. (turonien de Bagnols, Gard). — D. *Laurus præatavia* Sap. et Mar. (turonien de Bagnols, Gard). — Grandeur diminuée de moitié.

nous le comprenons. Les Araliacées, les Pæoniées ou Helléborées et les Euphorbes ligneuses reproduisent sous nos yeux l'aspect de ce que durent être les plus anciennes Dicotylées. Les Berbéridées, les Sapotées et les Sterculiacées, offrent encore des exemples de ce même type caulinaire, sans doute plus répandu alors que dans les âges postérieurs. Ces diverses familles ont laissé dans la craie des vestiges de leur présence.

Enfin, il existait de plus, parmi les Dicotylées de la craie, un certain nombre de types visiblement éteints, que l'absence de tout autre organe que les feuilles empêche de définir rigoureusement, mais qui se rattachent nécessairement aux débuts de la

classe. Plus tard, en effet, et dans le cours du tertiaire, sauf l'incertitude qu'amène notre ignorance des caractères uniquement basés sur l'étude des feuilles, il devient évident que les Dicotylées observées rentrent sans anomalie dans les cadres aujourd'hui existant. Il n'en est pas ainsi assurément des *Credneria* de Bohême, du Harz et de la Westphalie, des *Aspidiophyllum* et *Protophyllum* du Dakota-group, enfin de quelques types du turonien de la France méridionale.

La diversité seule des opinions émises à propos des *Credneria*, rapportés successivement et sans beaucoup de succès aux Ménispermées, aux Hamamélidées, aux Polygonées, en dernier lieu aux Malvoïdées, prouve bien qu'il s'agit d'un groupe éteint de Dicotylées, dont malheureusement nous ne connaissons que les feuilles. Celles-ci sont, il est vrai, remarquables par leurs caractères différentiels, autant que par leur dimension. En ne consultant que l'apparence, c'est-à-dire en s'attachant aux trois nervures principales, à la décurrence du limbe sur le pétiole et à la présence des nervures infrabasilaires, le rapprochement le plus naturel serait avec les Platanées, dont les feuilles offrent la même disposition avec un réseau veineux de même nature. Cette affinité morphologique est encore plus sensible, si l'on compare les *Credneria* aux nombreux platanes du Dakota-group et de la craie d'Upernivik [1] dans le Goënland. D'autre part, une composée frutescente, de la tribu américaine des Verbésinées, le *Verbesina Mamei* Hort., nous a offert tout récemment des feuilles qui reproduisent fidèlement les caractères morphologiques de celles des *Credneria*. Il paraît donc réellement impossible, au milieu de tant d'incertitudes, de proposer un rapprochement du type crétacée avec un des genres de l'ordre actuel, assez vraisemblable pour entraîner la conviction.

Les *Aspidiophyllum* et les *Protophyllum* du Dakota-group rappellent les *Credneria* d'Europe; seulement le limbe de leurs feuilles est pelté, c'est-à-dire pourvu inférieurement de deux auricules soudées. Il semble que l'on aurait ici sous les yeux, dans les *Aspidiophyllum*, quelque Malvoïdée analogue aux *Pterospermum*, tandis que les *Protophyllum*, dont la nervation est pinnée, sont plutôt assimilables aux Hamamélidées qui com-

1. Voy. Heer, *Die Foss. Fl. d. Polärland*, VI, p. 72, tab. 7, 8 et 7.

prennent de nos jours certains types à feuilles inférieurement peltoïdes, comme les *Trichocladus*.

Les Dicotylées du turonien de Bagnols donnent lieu à des remarques du même ordre que nous ne saurions négliger. D'abord, la plupart des feuilles pinnées de cette flore, rapportées, à raison de leur physionomie, soit à des Sapindacées, soit à des Méliacées, soit à des Anacardiacées, présentent des folioles plus ou moins confluentes dans le haut et souvent décurrentes sur le pétiole commun; ce dernier organe devient ailé dans certains cas; enfin il se montre fréquemment dilaté à la base, de manière à faire voir qu'il devait être amplexicaule. Ces feuilles se comportent donc à la façon de celles des types actuels de Dicotylées à feuilles normalement pinnées, à l'état adulte. Quand on examine les feuilles primordiales de ces types, on les voit d'abord simples, puis trifides, finalement pinnées, offrir toujours à l'origine des folioles supérieures confluentes avec la terminale. Il est facile de suivre cette marche qui découvre tous les degrés depuis la feuille simple, qui succède au cotylédon, jusqu'à la feuille décidément pinnée. Cette même marche a dû autrefois caractériser les groupes eux-mêmes, au cours de leur évolution; elle se laisse voir ici, puisqu'il s'agit de types dont les feuilles présentaient, à l'état normal, une combinaison morphologique qui se montre passagèrement dans les feuilles primordiales des types actuels.

A côté de ces types, dont l'évolution ne semble pas entièrement achevée, il en est d'autres à Bagnols d'une détermination aussi obscure que les *Credneria* et les *Protophyllum*; nous en signalerons deux qui seront décrits pour la première fois. Ce sont des feuilles d'une consistance coriace avec des nervures cachées dans l'épaisseur d'un tissu très dense.

Nous nommerons *Polytænia quinquesecta* le premier de ces types. Il tient de près aux *Dewalquea* qu'il précède immédiatement et par eux aux Helléborées. Au-dessus d'un pétiole court et un peu dilaté, le limbe se divise en trois segments lancéolés-linéaires, entiers et uninerviés. Les segments latéraux sont simples, mais le médian, après une faible distance, est lui-même triséqué. — C'est là, selon toute probabilité, une Renonculacée prototypique.

Le second type est plus étrange; il rappelle à la fois les Pro-

téacées et les Loranthacées. Ses feuilles épaisses et marginées n'ont de nervure principale que vers la base. Cette nervure, en se prolongeant, donne lieu à des ramifications qui composent une sorte de réseau à mailles irrégulièrement hexagonales dont les détails se perdent dans l'épaisseur du parenchyme. Ces feuilles sont tantôt simples, tantôt subdivisées en segments ou folioles qui paraissent alors obscurément trinervés. Il y a là un réseau veineux analogue à celui des feuilles cotylédonaires. Il est difficile d'asseoir un jugement au sujet de la plante à laquelle se rapportent des organes foliaires aussi singuliers. — Nous la nommerons *Chondrophyton*.

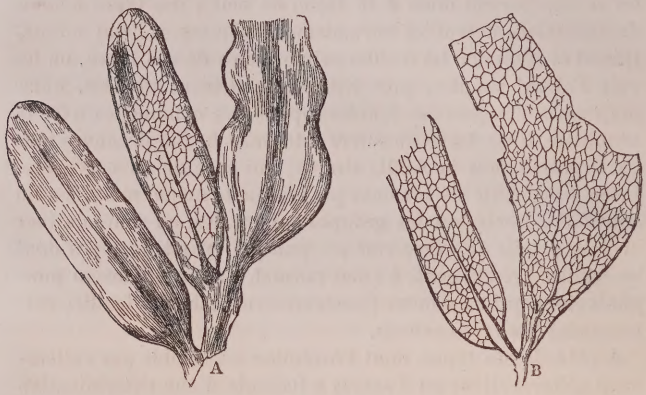

Fig. 126. — *Chondrophyton dissectum* Sap. et Mar. — Type de Dicotylée prototypique, du turonien de Bagnols (Gard). — A, feuille subdivisée en plusieurs segments dont un terminal. — B, autre feuille formée de deux segments, dont un terminal, avec les détails visibles de la nervation. — Grandeur réduite de moitié.

Les indices d'une évolution des Dicotylées achevant de s'accomplir ne sont donc pas absents du cénomanien, ni du turonien, bien que les documents recueillis dans ces deux étages soient des plus clairsemés. Ces indices, il est vrai, reportent plutôt notre esprit vers une époque antérieure et déjà éloignée du moment où il nous a été donné de les saisir. Mais par la même raison qu'aujourd'hui encore il subsiste des traces, dans la flore vivante, du mouvement transformiste d'où elle est autrefois sortie, on conçoit que ces traces ne pouvaient être que plus nombreuses et mieux caractérisées, à un âge plus rapproché de celui

qui avait présidé au développement initial de la classe avant l'heure de son extension géographique. Nous avons admis théoriquement que, de cette évolution originaire, étaient provenus un certain nombre de types basés sur une combinaison organique spéciale et que chacun de ces types, une fois constitué dans un sens et sur un plan déterminés, était devenu tout aussitôt le point de départ d'une suite de modifications dont les termes successifs et les divers points d'arrêt répondent à autant de genres ou sous-genres, entre lesquels le type se trouve finalement subdivisé. On conçoit que, de ces genres, qui marquent les étapes de la marche à laquelle l'ensemble des Dicotylées a été soumis, les uns n'aient eu qu'une existence éphémère ou qu'ils aient disparu après une vie plus ou moins longue, tandis que la plupart, à partir au moins d'une certaine époque, se sont perpétués jusqu'à nous et se trouvent encore représentés sous nos yeux par un certain nombre d'espèces.

Considérons à ce point de vue, c'est-à-dire en suivant la marche évolutive des genres, quelques-unes des familles dont la craie nous a conservé les vestiges. Notre choix se bornera naturellement aux principales et nous distinguerons celles qui ne sont, pour ainsi dire, que des genres agrandis, telles que les Myricées, Salicinées, Laurinées, Myrsinées, Araliacées, etc., d'autres familles chez lesquelles les enchaînements entraînent des combinaisons disposées dans un ordre ascendant, c'est-à-dire partant d'un état relativement simple, qui marque le point de départ et aboutissant au point d'arrivée unique ou multiple, qui coïncide avec le plus haut degré de complexité organique auquel le type soit parvenu. Les familles de cette seconde catégorie, qui nous importent plus que les autres, puisque chez elles les effets de l'évolution demeurent visibles, sont les Cupulifères, les Magnoliacées, les Nymphéacées et les Légumineuses. Ce sont aussi les seules qui nous aient fourni assez d'indices pour nous autoriser à jeter les yeux sur elles.

Le type des Myricées touche à celui des Cupulifères auquel M. Baillon le réunit; il a été formé par appauvrissement. Les feuilles rapprochées d'un petit rameau, converties en bractées, portent chacune à leur aisselle un axe ou bourgeon floral très réduit, dont les feuilles ont donné naissance à un faisceau d'étamines, dans les fleurs mâles, à un ovaire bicarpellé dans les fe-

melles. L'ovaire est accompagné de deux bractéoles collatérales à sa base; celles-ci deviennent accrescentes et servent à l'ovaire de tégument; mais, dans le *Comptonia*, les deux bractéoles sont plus développées et portent parfois à leur aisselle une fleur rudimentaire en forme de glande. La métamorphose est donc ici plus incomplète que dans les *Myrica* propres et ces deux sous-genres sont eux-mêmes moins complexes que celui des *Faya*, dont les bractées, soudées entre elles, donnent lieu à un syncarpe ou fruit agrégé. La présence constatée des *Comptonia*, à côté des *Myrica* propres, dès le cénomanien, n'a donc rien que de conforme à la marche présumée de l'évolution dans ce petit groupe [1].

Les axes ou rameaux florifères des Faginées, dont nous avons parlé précédemment, sont contractés en glomérules. Les feuilles de ces axes, transformées en bractées, entourent ou supportent les fleurs qui répondent, comme chez les Myricées, à des bourgeons de seconde venue. Ce sont les feuilles bractéales du glomérule femelle, étroitement rapprochées, qui constituent par accrescence un involucre commun, déhiscent et quadrilobé à la maturité. Ici, l'ordonnance régulière des éléments de la fleur gouvernés par le nombre trois ou ses multiples, l'homomorphie qui atténue la différence entres les appareils de l'un et l'autre sexe, les bractées involucrales souvent foliacées, enfin les cotylédons épigés et foliacés dans la germination dénotent une combinaison réalisée de bonne heure. La séparation des Faginées en deux groupes, l'un austral, l'autre boréal, très distincts par la physionomie bien que génériquement identiques, tend à confirmer la grande antiquité relative du type. Il est donc conforme aux lois de l'évolution de le rencontrer, dès le cénomanien, soit en Amérique, dans le Dakota-group, soit même, à ce qu'il paraît, en Europe, à Niederschœna. Ce type n'aurait varié depuis lors que pour donner lieu à des formes spécifiques.

Le type des Castaninées, issu d'une combinaison différente, sur laquelle nous nous sommes déjà expliqués, a eu d'autres destinées; il s'est dédoublé et, à l'aide de modifications successives, il a donné naissance d'abord aux *Dryophyllum* et, par eux, aux *Castanea* et *Castanopsis;* finalement aux *Quercus*. Ceux-ci se constituent par une séparation plus complète des appareils

1. Voy. H. Baillon, *Hist. des Plantes*, VI, p. 241.

unisexués, excluant l'androgynie, inclinant les chatons mâles, tandis que l'involucre de la fleur femelle, devenue solitaire, réduisait graduellement ses bractées à n'être plus que de simples pointes ou des languettes appliquées contre la paroi extérieure de la cupule. C'est ce que l'on observe en effet dans les *Lepidobalanus*, les plus éloignés de tous les chênes actuels du point de départ originaire. Cependant, par le fait de l'atavisme, on rencontre assez souvent des *Lepidobalanus* dont les chatons mâles, redressés et devenus rigides, portent des fleurs androgynes, affectant ainsi une sorte de retour partiel vers le type dont ils émanent (voir la figure 124). Il est donc fort naturel que l'on ait à signaler dans la craie, à partir du cénomanien, de nombreux *Dryophyllum*, c'est-à-dire un type qui représente la tige commune des châtaigniers et des chênes. Ces *Dryophyllum* se montrent en Silésie, à Moletein en Moravie, mais surtout à Aix-la-Chapelle et dans l'étage sénonien de la craie de Westphalie [1]. Le Dakota-group semble renfermer déjà un vrai châtaignier, le *Quercus primordialis* Lesqx. (voir la figure 125). Les chênes, s'ils existaient dans cette première époque étaient nouveaux et subordonnés; ils se montrent cependant sur l'horizon de la craie récente, soit dans la flore campanienne de Haldem en Westphalie, vers le moment du déclin des *Credneria*, soit avec plus de certitude encore dans la craie récente de Patoot, au Groënland, où l'on observe de vrais *Quercus* tout à fait analogues à ceux du paléocène de Gelinden. Dans cette dernière localité, les chênes se montrent en abondance et d'une façon non douteuse, associés à des *Dryophyllum* qui sont, à notre sens, de véritables châtaigniers. Du reste, ces premiers chênes se rapprochent, par la morphologie de leurs feuilles, des espèces actuelles les plus analogues aux châtaigniers, spécialement de celles des sections *Cerris* et *Cyclobalanus;* les formes assimi-

1. Voy. *Ueber einige Dicotyl. d. Westfal. Kreideform.*, von prof. Dr Hosius (*Palæont.*, XV, tab. 12-16) et *Die Fl. d. Westfal. Kreideform.*, v. prof. Hosius und Dr von der Marck; p. 60-64. — Les *Dryophyllum*, dans ces deux ouvrages, sont décrits sous le nom de *Quercus* et sous celui de *Ficus*, en ce qui concerne les formes à bord entier. — Voy. aussi le mémoire de M. le Dr Debey *Sur les feuilles querciformes des sables d'Aix-la-Chapelle;* Bruxelles, 1881; — *Essai sur l'état de la végét. à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden;* Bruxelles, 1873; et *Revision de la flore heersienne de Gelinden;* Bruxelles, 1878; par G. de Saporta et A.-F. Marion.

lables à celles de l'Europe moderne et notamment les types à feuilles caduques ne se montreront que bien plus tard. Ainsi, les notions retirées de l'étude des documents fossiles concordent avec la théorie en ce qui concerne les Cupulifères. Les Faginées et les Castaninées ont visiblement précédé dans le temps les Quercinées propres, encore indéterminées et flottantes.

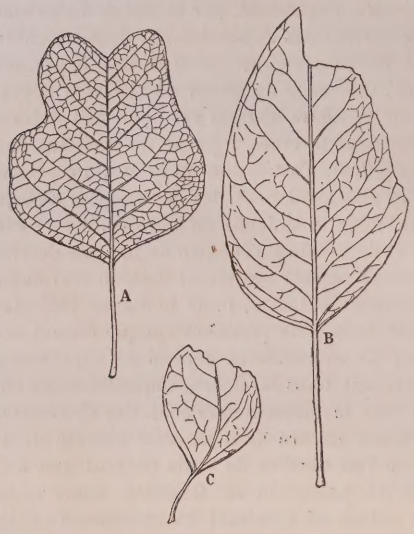

Fig. 127. — *Types divers de Dicotylées primitives.* — A, *Liriodendron Mekii* Hr., de la craie du Groënland, feuille complète. — B, *Populus hyperborea* Hr., de même gisement. — C, *Populus primæva* Hr., même provenance. — Grandeur diminuée de moitié.

L'attribution plus que probable des *Polytænia* et *Dewalquea* aux Helléborées rend certaine l'existence de Renonculacées à fleurs régulières et à carpelles normalement au nombre de 5 à 15, réduits à 3 ou à 2 libres ou plus ou moins soudés entre eux, mais toujours distincts jusque dans le fruit. La transformation de la feuille carpellaire est évidemment peu avancée dans cette section des Renonculacées qui représente bien le type floral le plus primitif dont les Polycarpées offrent l'exemple.

Nous en dirons autant des Magnoliacées, puisque les deux genres, dont la présence est constatée dans le cénomanien,

Magnolia et *Liriodendron*, sont loin d'offrir les complexités, les soudures et les réductions qui caratérisent la plupart des genres compris dans les tribus des Schizandrées, Illicinées, Euptélées et Cannellées, rangées à la suite des Magnoliées propres [1].

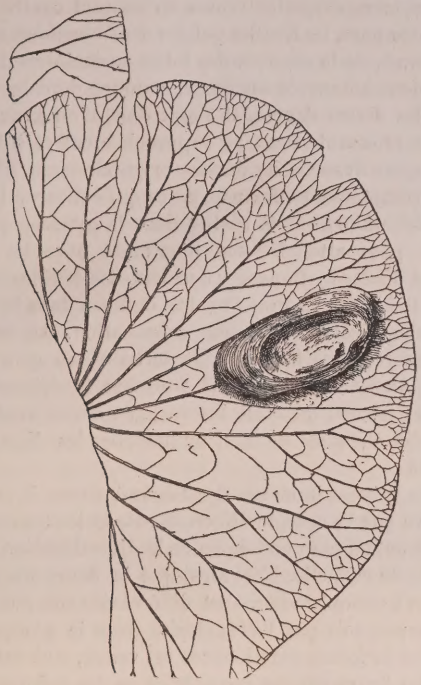

Fig. 128. — *Nelumbium provinciale* Sap. — Craie campanienne lacustre de Provence. — Moitié d'une feuille à la surface de laquelle adhère une valve d'*Unio*. — Grandeur réduite au tiers.

Les Nymphéacées sont à considérer et donnent lieu d'ailleurs aux mêmes conclusions, puisque le *Nelumbium*, le seul genre de l'ordre des Nymphéinées, dont la présence soit absolument certaine dans la craie, est le seul aussi, en exceptant les Cabombées, qui présente des carpelles libres et distincts, bien que nichés un

1. Baillon, *Hist. des Plantes*, I, p. 188-192.

à un dans des alvéoles creusées à la surface d'une expansion de l'axe floral, en forme de cône renversé (voir les figures 121 et 128). C'est là une combinaison organique qui a dû se réaliser de bonne heure et à une époque où les Nymphéinées n'avaient pas encore leurs carpelles réunis en un seul ovaire pluriloculaire. D'autre part, les feuilles peltées des *Nelumbium* résultent, à ce qu'il paraît, de la soudure des lobes auriculaires d'une feuille primitivement échancrée en cœur, soudure dont les *Nymphæa* font voir les divers degrés. Il s'agit donc d'un groupe dont la complexité croissante tient au rapprochement et à la soudure plus ou moins avancée de parties originairement libres. Cette soudure promptement effectuée, en ce qui concerne les feuilles, chez les *Nelumbium*, ne se réalise dans le gynécée que chez les *Nymphæa*, pour atteindre son maximum avec les *Barclaya*, *Euryale* et *Victoria*. Dans ces derniers, les feuilles sont entièrement peltées, tandis que l'ovaire, enfoncé dans le réceptacle floral, devient infère; c'est une culmination. Au contraire, il existait encore, dans le milieu du tertiaire, un genre de Nymphéacées, *Anœctomeria*, dont le fruit par la déhiscence naturelle de ses parois, dénotait les vestiges d'une soudure moins complète des éléments de la fleur que chez les *Nymphæa* proprement dits.

Quant au groupe immense des Légumineuses, il est facile de comprendre que la complexité croissante et les transformations successives ont eu pour conséquence la diversification de la fleur et avec elle du carpelle. C'est ainsi que la fleur, originairement régulière et hermaphrodite, s'est différenciée soit par la séparation des sexes, soit par l'irrégularité dans le groupement des parties, d'où la forme papilionacée est venue, soit enfin en rapprochant les fleurs sur des receptacles ou des inflorescences des plus variés; tandis que, de son côté le fruit monocarpellé subissait tous les changements de forme et de consistance, toutes les réductions qui le caractérisent chez les Légumineuses.

En réunissant ces divers indices, on reconnaît, sans trop de peine, que les traces encore visibles d'une évolution relativement récente et en voie d'achèvement se découvrent dans l'examen des éléments de la végétation crétacée, tels que les documents fossiles nous les font voir.

Il faut bien s'arrêter dans cette direction, au risque de s'égarer

dans d'interminables détails ou d'attacher une importance exagérée à des faits d'une signification par trop incertaine. Il suffit, pour notre objet, d'avoir saisi dans ses traits généraux la marche imprimée par l'évolution à l'ensemble des Dicotylées. La classe elle-même était encore flottante, imparfaitement transformée, n'ayant que des gaines foliaires assez peu différenciées, et des axes floraux à androphylles et carpophylles faiblement modifiés, au lieu de fleurs véritables, lorsque s'ébauchèrent les divers plans ou combinaisons organiques d'où sortirent, en achevant de se transformer peu à peu, les types auxquels nous donnons les noms d'ordre ou de famille. De ces types, les uns se fixèrent plus hâtivement et gardèrent par conséquent des vestiges moins effacés du degré évolutif moins avancé auquel ils étaient parvenus, au moment où leur structure morphologique devint définitive. Ce sont là plus particulièrement les types que nous venons de passer en revue; et dès lors à l'intérieur de chacun d'eux l'évolution ne s'exerça plus que sur des parties secondaires de manière à ne plus donner naissance qu'à des combinaisons subordonnées, d'où sortirent la plupart des sections qui gravitent autour du centre ou point de départ de toutes les familles distribuées par enchaînement. D'autres types gardèrent plus longtemps leur plasticité : plus féconds, plus multiples, plus touffus, leurs organes sont demeurés en même temps plus souples; ils se sont prêtés à un grand nombre de modifications partielles; ils se sont dédoublés à tant de reprises qu'ils ont donné naissance, comme les Légumineuses, à des tribus subdivisées en genres et sous-genres, chacun d'eux correspondant à quelque modification d'une importance absolument relative, jusqu'à ce qu'en descendant, on arrive aux espèces et aux sous-espèces, et par elles à des nuances morphologiques de moins en moins sensibles, bien que toutes également fixées par l'hérédité.

Effectivement, l'hérédité est le ciment nécessaire qui rend permanentes et fixe à la longue toutes les différences, celles de l'ordre le plus élevé, comme celles du rang le plus modeste. Ce qu'elle consacre persiste; le reste s'efface sans laisser de traces. Par l'hérédité seule, après les types des familles, les genres principaux, puis les secondaires ; au dessous d'eux, les formes, les nuances de tous les degrés sont devenus définitifs et peuvent, en

dépit de leur faible portée, se trouver soumis au sens délicat de l'analyse et tenir une place déterminée au sein de l'harmonie universelle.

Il est bien évident que, parmi les Dicotylées, les types les plus récents sont les plus transformés, non seulement dans leurs éléments essentiels, mais dans les détails accessoires de leur structure. Ces types sont aussi généralement les plus dédoublés. Issus de combinaisons successives portant sur des parties de plus en plus secondaires, ce sont eux qui ont donné lieu aux sectionnements les plus multipliés et les moins tranchés. De là sont venues ces familles qui, prises dans leur ensemble, ne sont que des genres et dont les sous-genres et les espèces ne se distinguent qu'à l'aide de variations infiniment petites, auxquelles l'habitude seule de l'observation engage le botaniste à attribuer de l'importance et qui en ont effectivement puisque, malgré tout, les lois de l'hérédité s'appliquent à ces faibles nuances différentielles aussi bien qu'aux diversités d'un ordre supérieur. — L'inégalité absolue de la notion d'ordre, de genre et d'espèce, selon les groupes de plantes que l'on considère, résulte forcément d'une marche semblable. C'est elle que nous devons proclamer en terminant ce chapitre, comme constituant la plus forte preuve de la réalité du mouvement évolutif qui a entraîné les Dicotylées tout entières depuis leur origine jusqu'à nos jours. Ce mouvement continue sous nos yeux; c'est à lui que sont dues ces diversités si minimes, dont certains naturalistes se sont emparés pour proclamer la multiplicité des formes spécifiques et réaliser, à force d'analyse, ce que l'on a nommé justement la « pulvérisation » de l'espèce.

CHAPITRE VIII

COUP D'ŒIL D'ENSEMBLE SUR L'ÉVOLUTION DES PHANÉROGAMES

Les notions exposées dans les chapitres précédents permettent de saisir le phénomène de l'évolution végétale considéré en lui-même, d'en déterminer la raison d'être et d'en suivre la marche. Le résumé de ces notions fera l'objet du présent chapitre.

Une semblable étude nous conduira, par une pente insensible, de l'organisme relativement simple et encore flexible dans toutes ses parties, vers celui qui, devenu complexe ou plutôt ayant atteint un degré de différenciation plus ou moins avancé, ne saurait plus éprouver, en fait de changements, que des variations tout à fait secondaires. — C'est là proprement l'espèce, autrement l'apparence ou la forme sous laquelle se montre à nous l'être organisé individuel et par cela même le végétal, à quelque moment de la suite des âges qu'il soit donné de le contempler. On voit d'ici que dans cette immense succession de termes enchaînés, gravitant du simple au composé, du point de départ au point d'arrivée, il existe des éléments de plus d'une sorte, combinés entre eux dans une proportion le plus souvent inégale et dont l'association constitue la formule de l'être que l'on examine, tandis que de leur mise en jeu dépend l'avenir plus ou moins instable réservé à ce même être.

Les êtres, en effet, dans leur course à travers le temps, ont constamment varié, et c'est à l'aide de ces variations qu'ils sont parvenus à s'étendre et à se compléter. — L'extension et par elle la genèse et le développement d'un organe sont une conséquence possible de la simple variation et celle-ci constitue en

définitive une propriété inhérente à l'organisme. De son côté, si l'organisme s'étend, il se complique et, en se compliquant, il modifie forcément les parties de lui-même qui par leur origine se rattachaient à une extension antérieure. Ainsi, la modification est incessante, mais elle a en réalité une double façon d'agir, puisque, si elle ajoute d'une part, elle retranche de l'autre. Le changement s'applique, dans l'organisme, à tout ce qui est de nature à pouvoir varier; mais certaines choses en lui sont fixes et soustraites à la mutabilité; d'autres sont demeurées variables et, parmi celle-ci, les unes ne font que se diversifier, tandis qu'il en est qui prennent de l'accroissement et tendent ainsi à donner ultérieurement naissance à de nouveaux éléments.

De là trois sortes d'états, toujours en présence dans le végétal destiné à évoluer : un état de stabilité ou équilibre des éléments de l'organisme, stabilité qui peut être totale et définitive ou seulement relative, — un état de variabilité potentielle soit absolu et général, soit seulement partiel, — enfin, un état d'extension entraînant l'apparition, puis le développement d'un organe auparavant inconnu. Les trois états, tout en coexistant, sont très loin de se balancer; l'un deux peut l'emporter sur les deux autres; chacun a sa raison d'être et accomplit un rôle. Ils sont rarement distincts : plus ordinairement ils se combinent de façon à concourir simultanément, bien que dans des proportions variables, aux résultats morphologiques de l'évolution.

La raison d'être de ces trois états réside à la fois dans l'organisme même et en dehors de lui. L'organisme change, parce qu'il est mobile de sa nature et qu'il ne reste jamais absolument semblable à lui-même, dans le cours de son existence individuelle; mais il change d'autant plus qu'il se trouve sollicité par des ébranlements venus du dehors et, dans ce cas, c'est sous l'influence du milieu que l'organisme varie et s'accroît, qu'il s'étend et qu'il réussit à sortir de son cadre antérieur ou bien qu'il rétrograde et subit un amoindrissement, ce qui constitue un changement d'un ordre particulier. Mais l'organisme, il faut le dire, ne change, chaque fois, que dans la mesure nécessaire pour réaliser son adaptation à des conditions déterminées et seulement dans les parties demeurées assez mobiles pour se prêter au changement. Si rien ne le sollicite au dehors, il incline au contraire vers une stabilité au moins relative et chez lui,

cet état tend à devenir définitif, la proportion des parties susceptibles de varier s'affaiblissant de plus en plus. Ainsi fixé, l'organisme ne change plus, il est adapté, mais en revanche il devient à la longue incapable de sortir du cadre déterminé qui le renferme et, faute de plasticité, il se trouve exposé à périr rapidement, si le milieu vient à subir lui-même des altérations.

Considérons maintenant le caractère et les résultats des trois états que nous avons admis : la fixité acquise héréditairement, la mutabilité et l'extension ou accroissement. — L'extension n'a lieu que par le fait de la mutabilité et, grâce à elle, l'extension est d'autant plus active en puissance, sinon en acte, que l'organisme est plus jeune, plus élémentaire et par cela même plus primitif. L'extension se confond alors avec la différenciation en un seul et même phénomène qui relève de la mutabilité, dès que celle-ci se trouve sollicitée par des excitations du dehors qui tendent à la mettre en jeu. Dans le cas contraire, comme nous l'avons dit, la mutabilité demeurera restreinte à des effets secondaires ou presque nuls. Le milieu ne changeant pas, l'organisme qui y aura été adapté ne changera pas non plus. De là ce phénomène de la permanence de certains organismes plus ou moins rudimentaires, c'est-à-dire adaptés seulement à de grandes catégories de causes externes d'une existence nécessaire, et demeurés tels à travers le cours immense des âges.

La variabilité une fois excitée aboutit donc à l'extension ; voyons quels seront les effets de celle-ci : son effet principal sera d'entraîner des combinaisons nouvelles et par conséquent de compliquer l'organisme qui ne saurait s'étendre ni s'accroître sans devenir plus complexe, c'est-à-dire composé de plus de parties et d'un plus grand nombre d'éléments constitutifs dans chacune de ces parties. Mais l'extension aura encore un autre résultat, pour ainsi dire nécessaire, par lequel, au moyen de la variabilité, elle atteindra ultérieurement un but final, celui de la fixité au moins relative, par l'équilibre qui s'établira entre les parties nouvellement formées et celles qui existaient auparavant. C'est ce résultat qui doit être l'objet de notre examen. — En effet, les parties récemment sorties de l'extension prennent place forcément à côté des parties plus anciennes et, forcément aussi, celles-ci seront refoulées, sinon éliminées. Elles subiront du moins, du fait de l'extension et des conflits qu'elle entraînera, une suite

de modifications de nature à influer sur l'organisme lui-même, aussi bien au point de vue fonctionnel qu'au point de vue morphologique. On sait fort bien que tout organe, c'est-à-dire toute partie destinée à remplir une fonction, doit disparaître en entier, si elle ne sert plus à rien; partiellement au moins, si son utilité garde quelque chose de sa raison d'être et cela dans la proportion même de l'atténuation de cette utilité.

La variabilité est donc le principe actif par lui-même, celui qui n'abandonne jamais l'organisme. Elle est la vraie cause de l'extension, à condition toutefois d'être sollicitée par le milieu, et l'extension à son tour, en créant des éléments fonctionnels auparavant inconnus ou rudimentaires, ébranle par cela même les éléments antérieurs et amène finalement la subordination, puis l'élimination ou du moins la réduction de ceux-ci. Définissons maintenant les effets de cette marche et voyons comment la fixité peut en être le dernier résultat.

L'extension s'applique surtout à des organismes encore très simples; mais les organismes simples et primitifs se trouvent réduits aux seules parties réellement essentielles et, s'ils prennent de l'extension, ce sont ces parties qui devront être immédiatement affectées. C'est ce qui est arrivé aux plus anciens végétaux terrestres, lorsque par suite d'une division du travail organique, de plus en plus prononcée, ils se sont trouvés comprendre deux états distincts et alternants, l'un agame et sporogonien, l'autre aboutissant à la sexualité. Le premier de ces états a été plus spécialement végétatif, le second voué bientôt exclusivement à la reproduction.

De ces deux états d'abord antagonistes, c'est le « sporogonien » qui a pris de l'extension et une extension énorme, si l'on se rapporte aux débuts. La tige, ce que nous avons appelé le plan caulinaire, a été établie en même temps que se différenciait la feuille devenue distincte de la tige, constituée en appendice et en support des spores. Le contre-coup de cette première extension a été l'amoindrissement corrélatif de l'état sexué. C'est ainsi qu'a eu lieu sa réduction aux seuls éléments reproducteurs, ce qui était végétatif dans cet état, ce qui chez lui avait originairement balancé l'appareil antagoniste ayant perdu rapidement son importance et se trouvant par cela même destiné à être entièrement éliminé. Dès lors rien de surprenant à ce que

le prothalle sexué, d'abord indépendant de la spore et ayant sa vie propre, ait été graduellement réduit. Rien de surprenant non plus qu'à la suite d'une nouvelle différenciation, distribuant les sexes sur des prothalles distincts et même les faisant sortir de sporanges spéciaux, ces organes soient devenus subinclus et ensuite totalement inclus, tandis que, de leur côté, les macrospores, de moins en moins nombreuses dans chaque macrosporange jusqu'à se montrer uniques, désormais incapables de germer et d'accomplir leur rôle isolément, finissaient par ne plus se détacher de la plante mère, sinon après l'acte fécondateur, et la formation d'une nouvelle plante ou embryon une fois assurée.

De leur côté, les microspores ou spores mâles avaient subi une réduction, non pas semblable, mais équivalente. Demeurées nombreuses dans chaque microsporange, elles ont continué de se détacher et d'aller à la rencontre de la macrospore devenue adhérente; mais il s'est fait en elles une confusion entre le prothalle semi-inclus et l'anthéridie : une cellule principale, à contenu protoplasmique diffluent, a remplacé l'appareil primitif. La simplification et la réduction ne pouvaient s'avancer plus loin; elles contribuaient d'ailleurs à rendre plus facile l'accomplissement des fonctions de l'organe mâle, dont le rôle est désormais d'aller au-devant de l'archégone et de l'aborder, même à travers les tissus qui l'enveloppent.

C'est là, remarquons-le, notre premier stade phanérogamique. Effectivement, cette structure est déjà distincte de celle des Cryptogames les plus élevées. Celles-ci possèdent également la tige et avec la tige le plan caulinaire; elles possèdent aussi la feuille servant de support à des sporanges différenciées; elles ont encore le prothalle subinclus; chez elles seulement l'anthérozoïde persiste et son intervention détermine la fécondation. Il conserve son mouvement, il est encore émis hors de l'anthéridie au sein de laquelle il s'est individualisé, tandis que la macrospore se détache de la plante mère et reçoit le contact de l'anthérozoïde après son isolement de celle-là. — Les Phanérogames en réalité ne se séparent originairement des Cryptogames que par ces deux points : l'effacement de l'anthérozoïde et l'adhérence de la macrospore prolongée jusqu'à la conjonction sexuelle. La différence n'est donc presque qu'une nuance et cette nuance résulte d'un

mouvement éliminatoire déjà inauguré chez les Cryptogames et poussé un peu plus loin chez les premières Phanérogames. Mais ce mouvement n'est lui-même que le contre-coup d'une extension corrélative, celle de la tige et de la feuille, extension prodigieuse, si on la compare à l'arrêt d'accroissement et à la réduction consécutive de l'appareil sexué primitif.

Arrêtons-nous à ce point, c'est celui où les linéaments divisoires des deux groupes gymnospermique et angiospermique commencent à se dessiner, celui qui marque l'origine de leur divergence future; mais c'est aussi celui qui détermine, comme une résultante des mouvements inverses et corrélatifs d'extension et de réduction, la fixité de certains éléments organiques, qui se trouveront par cela même désormais soustraits à l'action de la variabilité.

De ces prothalles qui constituaient toute une moitié de la plante primitive, sortant chacun d'une spore spéciale et produisant l'un l'organe mâle anthéridien, l'autre l'archégone ou organe femelle, il ne reste que les seules parties essentielles; mais ce double appareil ramené aux éléments indispensables ne changera plus à l'avenir. Il a perdu tout ce qu'il pouvait perdre, il fonctionne autrement que dans le stade antérieur; il s'est transformé peu à peu, mais par sa transformation il a donné naissance à un mécanisme d'autant plus immuable qu'il est plus réduit et plus concentré. C'est à raison de cette importance fonctionnelle qu'il opposera aux mutations futures des obstacles, non pas absolument infranchissables, il ne serait pas exact de le prétendre, mais assez difficiles à surmonter pour restreindre la variablilité à des limites de plus en plus étroites et donner aux changements les plus insignifiants une valeur relative des plus considérables. Ce sont là dès maintenant des caractères du premier ordre, puisqu'ils se sont prononcés avant les autres, de manière à servir de base et de fondement à tout le reste. Et notons bien le sens vrai de cette sorte de processus organique. Deux combinaisons principales s'offrent à nous : l'une est plus hâtive, elle est aussi moins complexe ; elle résulte d'une évolution moins avancée et d'une transformation moins complète. C'est celle que réalisent les Progymnospermes et qui achève de se constituer dans la stade gymnospermique. La macrospore adhérente et solitaire dans le macrosporange, qui prend le nom

d'ovule, donne encore naissance à un prothalle inclus, rudimentaire, mais reconnaissable, et occupant l'intérieur du sac embryonnaire. Dans le haut et sur le pourtour extérieur de ce prothalle, les archégones ou corpuscules sont visibles et assez nombreux. Justement par suite de cette structure moins transformée, l'évolution garde ici une certaine latitude d'action, et son influence s'exerce effectivement, bien que dans une mesure restreinte, de manière à opérer un rapprochement de ces corpuscules d'abord dispersés, finalement réunis en un groupe central dans les tribus les plus éloignées du début et les plus complexes, ainsi que le montrent les Abiétinées et surtout les Cupressinées, comparées aux Salisburiées et aux Cordaïtées. — Cette mutabilité persistante, qui résulte d'une réduction plus hâtive et par cela même moins rigoureuse des éléments organiques primitifs se manifeste encore dans le nombre plus variable des feuilles séminales ou lobes cotylédonaires. Ce caractère, primordial dans les Angiospermes, est ici rejeté forcément au second plan et il dénote certainement une plus grande mobilité de structure, demeurée inhérente aux éléments intimes des organes gymnospermiques, à une époque où le plan de structure qui caractérise cette classe avait déjà acquis ses traits définitifs.

La marche imprimée, parallèlement au processus évolutif des organes reproducteurs gymnospermiques, aux parties correspondantes des Angiospermes, démontre l'existence chez celles-ci d'une combinaison assez différente, et les particularités de cette combinaison dénotent à coup sûr un mouvement plus avancé, plus lent peut-être à se réaliser, mais aboutissant en définitive à une réduction plus absolue des éléments originaires. Dans les Angiospermes, les macrosporanges pédicellés, dont la réunion à la surface ou le long des bords de la feuille constituait primitivement une sorte de spore et qui, à la suite du repli de cette feuille, sont devenus les ovules de la cavité carpellaire, ces macrosporanges n'ont vu réduire qu'à la longue le nombre de leurs macrospores, dont l'antagonisme se traduit encore sous nos yeux par l'irrégularité même du processus des cellules destinées à leur donner naissance. Nous avons vu que l'une d'elles, mais pas toujours la même, avait à la fin survécu à toutes les autres qui demeurent rudimentaires. En revanche et peut-être par suite d'une pareille complexité, la macrospore qui se développe exclu-

sivement n'aboutit plus même à produire, en germant sur place, un prothalle rudimentaire. En dehors des « antipodes », l'avortement est complet et il ne reste que la vésicule embryonnaire pour représenter l'archégone et par conséquent le corpuscule très simplifié, accompagné des derniers vestiges d'un ou plusieurs autres (synergies). L'ordonnance sortie d'un pareil degré de réduction et d'élimination se maintient avec une uniformité très marquée chez toutes les Angiospermes. Elle indique les limites extrêmes auxquelles un appareil peut être ramené par l'extention corrélative des parties nouvelles. Mais, comme l'organe ainsi réduit a sa raison d'être, et que tout ce qui n'était pas essentiel en lui a péri, ce qui persiste, devenu fixe, échappe à toute variation ultérieure.

Voilà donc le terme où est venue aboutir la variabilité procédant par réduction et élimination. Les éléments accessoires et inutiles une fois effacés, ceux qui sont préservés restent l'apanage de tout un ensemble de types organiques qui les possèdent à titre d'héritage commun.

Après les effets de la réduction, considérons maintenant ceux qui sont dus à l'extension, cette force active qui marche en sens inverse de la précédente, puisqu'elle transforme les êtres au moyen de l'accroissement des parties et qu'elle les différencie après les avoir amplifiés.

C'est à l'extension qu'il convient de rapporter ce qui tient chez les Phanérogames à la séparation primitive de l'axe et des membres ou appendices, ainsi qu'à la structure intime de la tige ou plan caulinaire.

Ces deux phénomènes se rattachent, il est vrai, à une époque antérieure au stade phanérogamique, mais leurs conséquences n'ont pas cessé de se produire à l'intérieur de ce stade, et ces conséquences devenues définitives ont donné naissance à des caractères de premier ordre, fixés à leur tour dans l'ordre relatif de leur apparition, les plus anciennement fixés se trouvant aussi les plus importants. C'est ainsi que les feuilles, une fois déterminées dans leur rôle et leurs fonctions, ont constamment servi de support aux sporanges, tandis que les éléments de la tige se disposaient par régions, d'après une ordonnance qui donnait lieu à ce que nous avons nommé le plan caulinaire. Chez les Phanérogames, les faisceaux allant de la tige aux feuilles ont toujours

été distribués dans une masse de tissu cellulaire ou tissu conjonctif. Ces faisceaux peuvent être considérés soit en eux-mêmes et dans leur structure propre, soit dans leur ordonnance relative et les résultats de cette ordonnance. De là deux ordres de caractères qui nous ont paru jouer un rôle prépondérant.

Sous le rapport de sa composition le faisceau qui se rend aux feuilles est simple ou double et, dans ce dernier cas, il est symétrique, c'est-à-dire qu'il encadre dans son milieu les plus petits éléments ou éléments spiralés, tandis que dans le faisceau simple ces éléments sont rejetés sur l'un des côtés. Sous le rapport des éléments qu'il renferme, le faisceau se divise en deux parties, l'une libérienne, qui correspond à l'écorce dont elle est l'origine; l'autre ligneuse, qui constitue le bois. Mais les deux régions, ligneuse et corticale, la seconde extérieure à la première, ne se constituent à part que s'il survient dans le faisceau une fois formé une couche génératrice de cambium ou plus exactement un cambium secondaire permanent, produisant du bois dans un sens et du liber dans l'autre, et opérant la distinction des deux zones du bois et de l'écorce, concentriquement emboîtées. Le faisceau est ouvert ou fermé selon qu'il s'y forme ou ne s'y forme pas du cambium secondaire et dès lors les faisceaux se joignent entre eux, s'épaississent et donnent naissance à des anneaux cylindriques d'accroissement annuel, ou bien ils demeurent épars et entrelacés comme chez les Monocotylées. Mais on voit que cette production cambienne, malgré l'extrême importance des résultats qu'elle entraîne, est plutôt accidentelle, au moins dans son principe. Dans le fait, les Gymnospermes et les Dicotylées possèdent également du cambium secondaire dans leurs faisceaux et chez elles la distinction des zones ligneuse et libérienne s'opère à l'aide d'accroissements périodiques, bien que les deux classes soient séparées par un notable intervalle au point de vue génésique, tandis que chez les Monocotylées, plus rapprochées des Dicotylées que les Gymnospermes, et Angiospermes au même titre que les premières, on n'observe que des faisceaux fermés et dépourvus de cambium secondaire. La présence ou l'absence de ce cambium et des conséquences qu'il entraîne ne constitue donc pas en soi un caractère primordial, mais plutôt une disposition organique qui, originairement et pendant longtemps, est restée variable; mais on conçoit que cette variabilité, une fois arrêtée

dans un sens ou dans l'autre, ait influé sur les destinées de la catégorie végétale, destituée ou définitivement pourvue d'une semblable particularité de structure. C'est ainsi qu'elle a contribué d'une façon décisive à la différenciation en deux branches de la souche angiospermique primitive, à une époque où celle-ci se trouvait déjà séparée de celle des Gymnospermes.

Mais ce qui prouve qu'une particularité organique aussi remarquable et aussi féconde dans ses résultats est provenue réellement dans son principe d'une nuance faiblement accusée, c'est qu'à mesure qu'on interroge les plans caulinaires les plus reculés vers l'origine des Phanérogames, on voit s'atténuer ces effets du cambium qui, au lieu de se renouveler d'année en année, n'avaient d'abord rien de périodique et s'épuisaient promptement, après avoir donné naissance à un faible anneau de bois rayonnant dont les coins se trouvent séparés par des lames épaisses de tissu conjonctif, point de départ des rayons médullaires. Nous avons attribué, et avec raison sans doute, à l'absence de saisons périodiquement régulières, cette absence d'anneaux d'accroissement successifs. Plus tard, ces anneaux devinrent le caractère commun des Gymnospermes et des Dicotylées, mais alors leur présence concorde avec celle des intervalles d'activité et de repos, que l'établissement des saisons dut forcément entraîner. Dès ce moment, la permanence d'une zone cambienne fut un avantage pour les végétaux arborescents qui la possédèrent et chez lesquels sa présence s'affermit et se développa. Certains types, comme les Cycadées, ne l'obtinrent jamais que d'une façon détournée et incomplète. Les Monocotylées furent contraintes d'emprunter à d'autres combinaisons la faculté de s'élever verticalement; mais au total c'est sans doute à cette faculté précieuse et désormais acquise de produire du cambium secondaire d'une façon périodique que les Acicularіées et les Dicotylées ont dû la prépondérance qu'elles ont gardée jusqu'à ce jour.

Il en a été autrement de la composition simple ou double du faisceau foliaire. Cette structure, qui prédomine chez les Progymnospermes, n'était guère qu'une résultante de l'ordonnance diploxylée de la tige. Cette ordonnance remonte à une époque où, en l'absence de saisons périodiques, le cambium générateur de l'anneau de bois extérieur s'épuisait promptement et ne contribuait par suite que dans une faible proportion à l'accrois-

sement en épaisseur de la tige. Dans ces conditions, le bois intérieur ou centripète qui complétait le corps ligneux avait sa raison d'être, mais à mesure que la région corticale prenait de l'accroissement, et surtout lorsque le bois extérieur, déjà distribué en séries rayonnantes, gagna en épaisseur et que le cambium devenu permanent ne marqua plus de limites à son développement en diamètre, le bois centripète tendit au contraire à s'amoindrir, à se réduire de plus en plus. Il disparut d'abord du centre de la tige, tout en persistant dans le faisceau foliaire, d'où il fut ensuite totalement éliminé, sauf chez les Cycadées, où il se rencontre encore comme un dernier vestige d'un état antérieur.

Mais, si nous sommes certains, par l'observation d'une partie notable des types anciens, de l'existence plus ou moins prolongée d'une double région ligneuse, chez les Progymnospermes, nous ignorons absolument s'il en a été de même pour les Proangiospermes et si les ancêtres communs des Monocotylées et des Dicotylées ont eu à l'origine des tiges pourvues d'une double région ligneuse. Il y a une certaine probabilité pour qu'il en ait été ainsi, et il ne serait pas impossible que, de cette double région ligneuse, par une élimination corrélative, opérée en sens inverse l'une de l'autre, les Monocotylées n'eussent gardé que la seule zone interne dont les faisceaux étaient épars et fermés, tandis que les Dicotylées auraient conservé et développé la zone ligneuse centrifuge, la seule qui puisse donner naissance à une production cambienne permanente.

Les notions précédentes impliquent l'existence chez les ancêtres communs des Phanérogames, soit Gymnospermes, soit Angospermes, de deux ordres de caractères acquis antérieurement à leur séparation en groupes distincts et relevant des parties dont l'extension a le plus contribué au développement de la souche mère de l'embranchement. De ces ordres de caractères, le premier est relatif aux sporanges déjà différenciés en microsporanges et macrosporanges et supportés par les feuilles : mais là s'arrête l'assimilation et la divergence éclate entre les deux classes, dès que l'on veut s'avancer plus loin. Ni le nombre, ni la distribution relative, ni la signification morphologique des sporanges et de leurs supports ne sont évidemment plus les mêmes dans les Gymnospermes et les Angiospermes comparées.

Le second ordre de caractères propres aux deux catégories à la fois est le plan caulinaire ramené à ce qu'il a de fondamental, mais à la condition d'admettre une plus grande plasticité de l'ordonnance, une mobilité plus prononcée des éléments constitutifs de ce plan, que l'on doit supposer non encore arrêté dans les traits décisifs de sa structure, susceptible en un mot de perdre ou d'acquérir définitivement certaines particularités à l'aide d'une différenciation ultérieure. C'est cette tendance qui aurait déterminé les déviations du plan primitif, en leur imprimant ensuite le sceau d'une fixité absolue.

En dehors des réductions intéressant les spores et leur contenu prothallien, en dehors aussi du fond commun résultant des éléments essentiels du plan caulinaire et des feuilles servant de support à des sporanges différenciés, tous les autres caractères morphologiques dont les Phanérogames offrent l'exemple appartiennent en propre à l'une des deux branches du tronc commun et dépendent par conséquent de leur évolution respective. Il est donc possible de saisir le point où s'est effectuée la séparation de ces branches, de le définir et de le préciser. Il nous a été facile de démontrer effectivement que l'évolution, une fois prononcée dans le sens gymnospermique, avait dû marcher en avant dans une direction qui loin de conduire aux angiospermes, avait constamment divergé par rapport à celles-ci. Le plan caulinaire des Gymnospermes, en se régularisant et se déterminant chez les Acicularièes, a bien réalisé une structure homologue de celle des Dicotylées; cette structure est distincte pourtant par l'uniformité des fibres ligneuses, par leurs ponctuations, par l'absence de vrais vaisseaux dans le bois et une moindre différenciation des tissus, provenant du faible développement du parenchyme ligneux. La ressemblance, l'homomorphie, si l'on veut, n'implique ici qu'un effet de parallélisme dans l'évolution, mais aucune affinité génétique respective. Il en est de même des feuilles, bien qu'en se rapprochant du berceau commun, soit par les Cycadées, soit en remontant plus loin par les Cordaïtées et les Dolérophyllées, on voie ces organes affecter une analogie assez sensible avec les parties correspondantes des Monocotylées. Mais dans la direction inverse, au lieu de prendre de l'extension, les feuilles s'amoindrissent jusqu'à perdre leurs caractères primitifs. Leur limbe rétréci ne présente

plus que des nervures simples sans anatomoses ; elles se réduisent dans la plupart des Acicularіées à n'être plus qu'une dépendance du rameau, en justifiant la dénomination appliquée à cause d'elles à la famille tout entière.

Le groupement des feuilles sexuées converties en supports de sporanges et plus ou moins modifiées dans ce but, ce groupement a entraîné chez les Gymnospermes, comme chez les Angiospermes, la formation d'un appareil floral ou inflorescence. Mais ici la divergence entre les deux classes se manifeste immédiatement par une disposition particulière à chacune d'elles qui entraîne des conséquences décisives. Les feuilles unisexuées, c'est-à-dire les androphylles et les carpophylles, ont été distribuées dès l'origine chez les Gymnospermes sur des rameaux séparés. De là, une monœcie congéniale, souvent même une diœcie dont les Cycadées et les Salisburiées offrent l'exemple. Mais cette séparation des sexes sur des axes distincts n'est qu'un premier pas, il s'en produit un second amenant la différenciation des organes mâles et des organes femelles.

Ceux-ci, chez les Acicularіées, ne dépendent plus de la même génération que les premiers, puisque les axes servant de support aux ovules se trouvent réduits à l'état de bourgeons axillaires, arrêtés dans leur développement. Les feuilles axillantes sont dès lors converties en bractées plus ou moins soudées avec les supports des ovules et la réunion de ces feuilles jointe à leur accrescence constitue le cône ou strobile des Conifères, de même que leur avortement, leur désunion ou leur persistance à l'état isolé donne lieu aux divers types de Taxinées. C'est à l'une ou à l'autre de ces deux combinaisons que vient aboutir le mouvement évolutif des Acicularіées, et par conséquent des Gymnospermes les plus élevées, et nous obtenons ainsi deux groupes déjà très éloignés de ce qu'ont été les Angiospermes primitives, puisque, chez celles-ci, la fleur résulte du groupement sur le même axe et dans un ordre déterminé des androphylles et des carpophylles, répondant aux feuilles d'un seul et même rameau. Le plan de l'appareil floral diffère donc de part et d'autre et jamais le carpophylle réduit des Acicularіées, dernier vestige d'un bourgeon avorté, n'aurait pu donner lieu à ce que l'on nomme le carpelle. Au contraire, pour constituer le carpelle, la feuille ovulifère des Proangiospermes a dû conserver longtemps sa conformation nor-

male, jusqu'au moment où le limbe en se repliant s'est prêté à servir de tégument protecteur aux ovules.

A ce point de vue, les Acicularièes, d'une part, et les Angiospermes de l'autre, se correspondent comme résultant respectivement d'une combinaison morphologique d'égale valeur, bien que très différente. Les sections entre lesquelles se partage l'ensemble des Acicularièes et dans lesquelles, remarquons-le, le nombre des cotylédons demeure variable, sont dès lors assimilables aux classes des Dicotylées et Monocotylées, entre lesquelles se divisent les Angiospermes. Ces sections ou tribus qui sont celles des Taxinées, Araucarinées, Taxodinées, Cupressinées, Abiétinées, reposent sur des particularités de structure de l'appareil floral et sur les relations mutuelles des éléments qui entrent dans la composition de cet appareil, définition qui confirme le point de vue précédent. Ainsi les Abiétinées et les Cupressinées, prises à part, formeraient des groupes égaux en valeur, au sens morphologique, à ceux que constituent les Monocotylées et les Dicotylées, mais des groupes qui seraient l'expression d'une combinaison organique moins féconde et moins complexe. Les genres à leur tour, qui représentent le sectionnement de ces mêmes groupes, répondent, il est facile de s'en assurer, à des combinaisons morphologiques secondaires, c'est-à-dire que le plan fondamental de l'appareil reproducteur étant arrêté, le nombre et la conformation extérieure des parties et le degré de leur soudure ou de leur indépendance réciproques sont seuls demeurés variables dans une assez large mesure. Ce qui tient à l'aspect et à la disposition des feuilles a pu également varier d'un genre à l'autre, mais évidemment dans des limites plus étroites que chez les Angiospermes. Celles-ci se sont montrées plus plastiques et leur trame plus différenciée et plus souple, s'est prêtée plus aisément à des modifications ultérieures et réitérées.

Les traits généraux de la tige, des feuilles, et de l'appareil reproducteur, les traits même secondaires de ces trois ordres d'organes et de caractères une fois fixés, qu'est-il demeuré de susceptible de changements chez les Acicularièes? Assurément bien peu de choses dans le détail des organes et dans les parties encore capables de céder à l'influence de la mutabilité organique. C'est pourtant sur ce dernier vestige de plasticité que se trouve basée la notion de l'espèce, au sein des groupes gymnospermi-

ques où elle peut être le plus sûrement observée; nous voulons parler de ceux qui présentent le moins de lacunes et d'intervalles, dus aux révolutions antérieures.

Ce n'est pas à des genres fractionnés et appauvris qu'il faut s'adresser si l'on veut saisir l'étroit enchaînement des formes spécifiques et expliquer à la fois leur liaison mutuelle et la raison d'être des faibles différences qui servent à les distinguer. Attachons-nous dans ce but à des genres demeurés nombreux en espèces et dont la marche à travers les âges nous soit révélée par divers indices. Dès lors nous pourrons exactement concevoir la valeur de l'espèce gymnospermique et celle-ci nous aidera à mieux comprendre l'espèce angiospermique, encore plus obscure et plus difficile à interpréter que l'autre et cela parce qu'elle correspond aux dernières nuances différentielles d'une série plus complexe. Les Gymnospermes se sont prêtées à des diversifications moins nombreuses, mais par cela même elles laissent mieux apercevoir la nature du terme final auquel est venue aboutir leur évolution et que représentent sous nos yeux les races locales désignées généralement du nom d'espèces.

Prenons, par exemple, les Abiétinées et, parmi elles, les *Abies* propres. Chez les Abiétinées, les feuilles normales sont ordonnées en spirale aussi bien que les parties du strobile, et l'écaille de ce dernier organe résulte d'une soudure incomplète ou presque nulle du support ovulaire pourvu de deux ovules collatéraux et inverses avec la bractée ou feuille axillante. Celle-ci s'arrête promptement et demeure rudimentaire à la base de l'écaille qui n'est constituée que par le support. Ce dernier représente une production correspondant à une sorte d'axe réduit à l'état de phyllode ou encore à un bourgeon femelle avorté. Le caractère du groupe est parfaitement clair et pris dans son ensemble ce groupe est si peu variable que les botanistes allemands nomment *Pinus* indifféremment toutes les Abiétinées, comme si ces plantes dépendaient d'une seule coupe générique subdivisée par d'autres auteurs en plusieurs sections.

Les *Abies vera* que nous avons en vue se distinguent des sous-genres qui les touchent : par des feuilles non fasciculées en étoile sur les ramules latéraux comme chez les Laricées, ni invaginées au nombre de 2 à 5, comme celles des Pins, mais distiques sur les branches horizontales, planes, uninerviées et insérées par une

base discoïde non décurrente, ce qui les sépare de celle des *Picea*. Leurs cônes sont érigés, composés d'écailles planes et imbriquées, détachées de l'axe à la maturité et conservant le vestige d'une bractée visible à leur base. Ce sont là les caractères différentiels qui permettent de réunir les *Abies* en un groupe spécial, distinct des types les plus rapprochés qui sont les Cèdres, d'une part, si l'on regarde les strobiles; de l'autre, les *Picea*, si l'on considère le port, et les *Tsuga*, si l'on s'attache aux feuilles seulement; mais les feuilles des *Abies* empêchent de les confondre avec les Cèdres et les séparent des *Picea*, chez lesquels ces organes sont décurrents et les cônes pendants, munis d'écailles persistantes sur l'axe, tandis que le *Tsuga*, dont les cônes sont petits et inclinés, diffèrent surtout des *Abies* par le port. On voit que ces nuances distinctives, bien qu'assez fixes par elles-mêmes, tiennent pourtant à des détails déjà très secondaires et dénotent des variations peu saillantes à l'origine, mais arrêtées à la suite d'un temps très long, et devenues ainsi l'apanage commun d'une réunion de formes elles-mêmes parquées et graduellement diversifiées.

En effet, on observe des Abiétinées très anciennement. Il en existe au moins deux types dans l'infralias de Palsjö en Scanie. L'un, le *Pinites Nilssoni* Nath, est une semence ailée conforme à celles des pins actuels de la section *Strobus;* l'autre constitue le genre *Protolarix*, qui par le cône et les grains semble servir de lien entre les mélézes et les cèdres. Les traces d'Abiétinées se multiplient à mesure que l'on s'avance dans le jurassique et que l'on s'adresse à des localités polaires ou simplement boréales (cap Boheman au Spitzberg, Andö sur la côte de Norvège, Ust-Baley dans la Sibérie de l'Irkoutsk). Le *Pinus microphylla Hr.* du Spitzberg dénote un *Tsuga;* les *Elatides* de Sibérie constituent un genre qui ne serait pas sans analogie avec celui des *Picea;* enfin, le *Pinus Nordenskiöldi*, dont les feuilles ne sont pas rares dans les trois localités mentionnées ci-dessus, révèle un *Abies* véritable, comparable pour les feuilles aux *Abies grandis* et *bracteata :* de plus, une écaille isolée, rencontrée dans le gisement du Spitzberg, confirme l'attribution en montrant que dès lors les strobiles de ces *Abies* avaient des écailles qui se détachaient de l'axe à la maturité. Les feuilles de cet *Abies* primitif sont planes, uninerviées, acuminées au sommet et obtuses à la base.

A partir de cette époque, la diffusion géographique de ces divers groupes, peut-être moins accentués que maintenant et reliés par des intermédiaires, a dû se faire dans plusieurs directions. Le *Pinus Coemansi* Hr., de l'oolithe de Belgique, est certainement un vrai Pin. Il en est de même du *Pinus prodromus* Hr. de l'oolithe du Spitzberg, dont les feuilles sont fasciculées par cinq. Les *Tsuga* les *Cedrus* et les *Pinus* propres sont certainement représentés dans les flores infracrétacées du Hainaut, du Havre et de l'Angleterre; mais l'absence d'*Abies,* reconnaissables à leurs écailles éparses, à leurs graines et à leurs feuilles directement implantées sur le rameau, doit engager à admettre que les sapins ne se sont répandus en Europe qu'assez tardivement et que leur région mère doit être reportée plus au nord. C'est à l'intérieur de la zone arctique qu'il est naturel de placer cette région d'où les sapins auraient ensuite rayonné, comme d'un centre, pour gagner les massifs montagneux de la partie boréale des deux continents et s'y établir à demeure, de manière à y revêtir à la longue les caractères qui distinguent chacune de leurs espèces.

Ce qui vient à l'appui de cette marche supposée, c'est que pour retrouver le type des *Abies*, à défaut de gisements propres à nous faire connaître les végétaux des hautes montagnes de l'Europe, dans la première moitié du tertiaire, il faut avoir recours à la flore des régions arctiques les plus avancées vers le pôle, celle du cap Staratschin au Spitzberg, par 78° lat. N. et celle de la Terre de Grinnel, par 81° 44 lat. N. Dans les deux stations, M. Heer a rencontré un *Abies* dont les rameaux, les feuilles et les écailles détachées, ainsi que les semences, offrent une telle conformité avec les organes correspondants de notre sapin, *Abies pectinata* D. C. (*Pinus Abies* du Roy), qu'il n'hésite pas à identifier la forme polaire tertiaire avec celui-ci. Le sapin ordinaire se serait donc avancé à un moment donné, des environs du pôle vers l'Europe, qu'il aurait envahie à la faveur du refroidissement [1]; mais il y serait venu à l'état d'espèce déjà fixée au moins en partie, et il aurait remplacé sur les montagnes de l'Europe centrale, à l'aide de circonstances favorables à son extension, des formes d'*Abies*

1. Voy. Heer, *Fl. foss. arct.*, II, *Die mioc. Fl. Spitzberg.*, p. 41, tab. V, fig. 35-49; et *Fl. foss. arct.*, V, *mioc. Fl. v. Grinnelland*, p. 25, tab. I, fig. 16, et II, fig. 1-2.

plus anciennes. Voici les indices qui tendent à confirmer cette manière de concevoir les choses.

On trouve dans le Forest-bed ou pliocène supérieur de la côte orientale britannique les cônes carbonisés d'un *Abies* que nous avons pu examiner, grâce à la libéralité du révérend Gunn, de qui nous en tenons plusieurs exemplaires. Cet *Abies* a été signalé par l'un de nous [1] sous le nom d'*Abies pectinata* D. C. Il se rapproche effectivement beaucoup de notre sapin argenté par la forme de ses écailles. Celles-ci (nous parlons des fossiles) paraissent pourtant, lorsqu'on les examine attentivement, terminées inférieurement en un coin plus obtus et pourvues d'une bractée incluse, fort petite, non mucronée au sommet et en tout comparable à celles de l'*Abies balsamea* Mill, qui est américain. Il y aurait donc eu dans le nord de l'Europe, vers la fin de l'âge tertiaire, une ou plusieurs formes d'*Abies*, alliées de près, mais non pourtant tout à fait identiques à notre sapin, et l'Angleterre, du temps où elle était fréquentée par l'*Elephas meridionalis*, possédait une de ces formes ou sous-espèces, depuis disparues.

Sous le nom de *Pinus albula*, Ludwig [2] a figuré les semences et les feuilles d'un autre *Abies* provenant du tertiaire moyen de Dernbach. Cette espèce se rapproche évidemment beaucoup de notre sapin, puisqu'on distingue clairement sur ses feuilles l'échancrure obtuse et faiblement prononcée du sommet, caractéristique de la race actuelle. Le type de l'*Abies pectinata* plus ou moins arrêté existait donc, dès avant la fin du tertiaire, dans le centre de l'Europe. — Un document de premier ordre, recueilli par M. B. Rames dans les cinérites du Cantal, démontre que lors du pliocène, les montagnes un peu élevées situées plus avant vers le sud possédaient des espèces particulières des apins, de même qu'aujourd'hui encore la Sierra Nevada, la chaîne du Babor au Maroc, les cimes de la péninsule hellénique et celles de l'Asie Mineure ont conservé les leurs. On conçoit qu'en France, les progrès du froid aient permis à l'*Abies pectinata*, déjà installé sur notre sol, de s'étendre à un moment donné jusqu'au delà des Alpes et des Pyrénées, en excluant les espèces antérieures des cantons montagneux qu'elles avaient oc cupés jusque-là.

1. *Le Monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, par le comte de Saporta, p. 351, fig. 112, 3-4.
2. *Palæontog.*, VIII, p. 167, tab. 64, fig. 1-4, 5-6, 7-9.

L'espèce du Cantal, *Abies intermedia* Sap., dont on connaît les rameaux garnis de feuilles et les écailles détachées, ressemble aux *Abies numidica* Lann., *Apollinis* Rauch, *cephalonica* Link., le premier du Maroc, le second du Parnasse, le troisième des îles Ioniennes. Elle se rattache à cette série de formes et leur sert d'intermédiaire. Et maintenant si l'on veut consentir à les con-

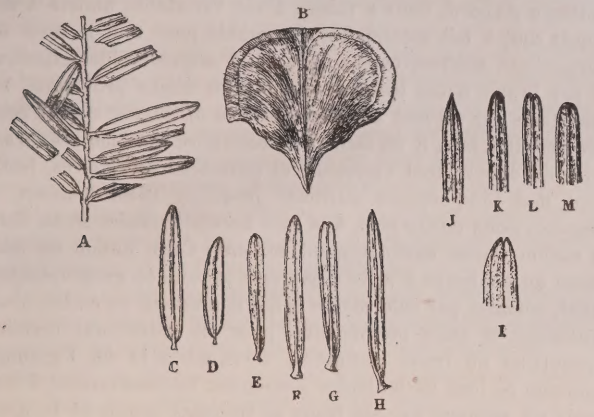

Fig. 129. — *Variations spécifiques comparées de plusieurs Sapins vivants ou fossiles.* — A, *Abies intermedia* Sap., des cinérites pliocènes du Cantal, ramule garni de ses feuilles. — B, écaille strobilaire détachée de la même espèce. — C et D, feuilles de la même espèce, figurées isolément pour montrer la forme de leur terminaison supérieure. — E et F, feuilles de l'*Abies numidica* Lann. — G, feuille, échancrée au sommet, de l'*Abies pindrow*. — H, feuille acuminée au sommet de l'*Abies cephalonica* Link. — I, sommet légèrement grossi d'une feuille de l'*Abies intermedia*, du Cantal pour montrer l'échancrure terminale. — J, K, L, M, sommets légèrement grossis des *Abies cephalonica* (J), *numidica* (K) et *pindrow* (M), pour montrer la faible amplitude des caractères spécifiques séparant les formes comprises dans un groupe gymnospermique. — Les organes figurés de A en H ont leur grandeur naturelle quelque peu diminuée.

sidérer toutes à la fois en s'attachant à noter les traits de nature à servir entre elles de nuances différentielles, on ne trouvera que les suivants : 1° le contour des feuilles et surtout leur mode de terminaison apicale, aiguë ou obtuse, entière ou échancrée-bifide; 2° la forme de l'écaille plus ou moins arrondie, plus ou moins resserrée ou étendue en largeur; 3° la bractée plus ou moins réduite, incluse et mutique ou surmontée d'un mucron, ou enfin gardant l'apparence d'une vraie feuille, comme le fait voir l'*Abies bracteata*. — Voilà donc les limites exactes entre lesquelles il a été donné à l'espèce gymnospermique de

continuer à produire des modifications, jusqu'au moment où elle a revêtu ses traits définitifs; telle est donc en résumé la faible amplitude de mutabilité qu'elle possédait chez les *Abies*, au moment où ceux-ci vinrent occuper les diverses régions où ils achevèrent de se particulariser. L'espèce, ainsi conçue, perd ce que sa signification habituelle lui communique d'artificiel : flottante d'abord, mais à raison d'une variabilité limitée à des points tout à fait secondaires, immuable pour tout le reste de l'organisme antérieurement fixé, elle a acquis accidentellement et par le fait d'une localisation plus ou moins prolongée, les caractères qui servent actuellement à la distinguer de ses congénères. Dès lors, il est facile de reconnaître combien ces caractères de détails, tout extérieurs et purement accessoires, justifient mal l'importance attribuée jusqu'ici, théoriquement, à l'espèce, pour mieux dire, à la race héréditairement fixée, dont la notion repose exclusivement sur eux. Cette notion est adéquate au contraire à celle d'une race cantonnée géographiquement, soumise par cela même à des conditions de milieu assez uniformes et assez permanentes pour en retirer une certaine proportion de traits distinctifs, devenant à la fin l'apanage commun de tous les individus influencés. Nécessairement il doit venir un moment où, ces traits se trouvant acquis et la plasticité organique d'où ils sortent ayant achevé de produire ses derniers effets, la mutabilité se trouve renfermée dans un cercle dont les limites vont toujours en se rétrécissant.

S'il ne reste à un végétal ainsi arrêté aucune partie susceptible de se prêter à une nouvelle extension, l'espèce à la longue deviendra à peu près invariable; mais en cessant de pouvoir changer, elle court évidemment le risque de succomber, aussitôt que les circonstances lui deviendront contraires, tout en gardant la faculté de se maintenir plus ou moins à travers une durée chronologique indéterminée.

L'espèce, considérée au moins d'un certain côté, représenterait donc le terme d'une série organique parvenue aux dernières limites de perfectibilité relative dont son organisme était susceptible; elle devrait périr à la longue devant la concurrence et les incidents qui finiraient par l'accabler. C'est le cas, parmi les Conifères, des *Sequoia gigantea* et *sempervirens*, des *Araucaria* d'Australie et de plusieurs autres types spécifiques dont le

rôle actif semble terminé. Cependant la force d'un végétal arrivé au point où la mutabilité organique a chez lui presque totalement disparu peut être encore énorme. Ce sont alors des épaves qui surnagent et flottent sur l'océan des siècles : ballotées incessamment et à moitié submergées, elles échouent sur quelque rive et échappent parfois accidentellement à la destruction, sans que l'on soit en droit d'assigner un terme à cette immunité relative.

Dans une esquisse aussi rapide, il faut bien se contenter d'ébaucher les traits généraux de l'évolution des principales séries végétales. Nous venons de voir l'espèce gymnospermique se montrer à nous comme personnifiant les dernières oscillations des types préalablement issus de l'une des branches de la souche phanérogamique. La branche angiospermique nous laissera constater la même marche et les mêmes dédoublements poussés encore plus loin, puisqu'il s'agit d'un plan organique à la fois plus extensible et plus complexe.

Le point de départ diffère de celui qui sert de début aux Gymnospermes, non pas précisément en ce qui concerne les éléments essentiels de la tige, mais à l'occasion du bois secondaire. Il s'est produit ici, en effet, dans le mode d'accroissement en épaisseur de ce bois, une différenciation peut-être moins tranchée à l'origine que dans la suite, mais dont la permanence et l'accentuation ont suffi pour séparer en deux sections l'ensemble des Angiospermes distinguées en Monocotylées et en Dicotylées. Il nous a paru, par la nature de la feuille embryonnaire des premières, demeurée unique et simple, que celles-ci avaient dû se détacher de la souche commune avant les Dicotylées, tandis que ces dernières portaient la trace d'une différenciation plus avancée des feuilles primordiales et qu'elles avaient dû par cela même se constituer plus tard.

L'organisation de l'appareil floral et l'extension de l'appendice foliaire d'abord réduit à une gaine pourvue de nervures longitudinales fournissent les deux principaux traits des Angiospermes primitives, dont les Monocotylées et les Dicotylées ne sont que des prolongements inégaux et parallèles.

Dans la famille proangiospermique, de même que chez les Gymnospermes, les feuilles servent de supports à des sporanges différenciés et chacune d'elles ne produit que des sporanges

du même sexe, microsporanges ou macrosporanges. Il existe donc des androphylles et des carpophylles distincts; mais, à la différence de ce qui a lieu dans les Gymnospermes, ces organes demeurent homomorphes et occupent une place déterminée sur un seul et même rameau. C'est là la grande et importante divergence qui établit, dès l'origine, entre les deux catégories, un écart dont les conséquences furent incalculables, si l'on observe qu'à cette particularité est due la naissance même de la fleur et par elle l'angiospermie. Mais pour produire le plan de structure angiospermique, il a encore fallu, en dehors des éléments constitutifs de la fleur, que la feuille servant de support aux macrosporanges se repliât sur elle-même pour les envelopper. De là, la nécessité pour cette feuille de ne pas être réduite de trop bonne heure et de ne pas avorter, mais de persister avec son limbe normalement développé. De cette façon, les transformations de la fleur, que nous avons essayé de suivre dans le stade proangiospermique, se rattachent étroitement à celles de la feuille qui doivent avoir sinon précédé, du moins accompagné les premières. Il s'agit en réalité de deux ordres de combinaisons distincts et cependant connexes, s'accomplissant de manière à influer l'un sur l'autre, à l'aide d'un double mouvement, l'un d'extension, l'autre de réduction et de contraction. La feuille, en se transformant et se complétant, transformait également la fleur, puisque celle-ci était composée de plusieurs cycles de feuilles, mais ces feuilles qui, à l'état normal, ne cessaient de s'étendre pour acquérir les caractères morphologiques qui leur sont propres, une fois converties en supports sexuels ou en pièces florales, perdaient graduellement leur premier aspect en s'adaptant d'une façon de plus en plus étroite à leurs fonctions spéciales. Ce double mouvement avait, du reste, pour résultat une division croissante du travail organique.

Ainsi, la feuille primitive s'est graduellement développée et complétée dans les deux catégories végétales sorties de la bifurcation des Proangiospermes, et l'appareil floral s'est constitué dans ces mêmes catégories à l'aide du groupement régulier des androphylles et des carpophylles sur le même axe et dans un ordre déterminé. Ici donc, la séparation des sexes, antérieure à l'organisation du strobile chez les Gymnospermes, n'a été au contraire qu'un accident consécutif du groupement des éléments

sexués, en sorte que la fleur androgyne a généralement précédé la fleur unisexuée, celle-ci n'étant qu'une réduction de la première et le plan floral des Angiospermes comportant, comme point de départ nécessaire, la réunion des organes des deux sexes sur le même rameau transformé. Sur ce rameau, les carpophylles occupent normalement le sommet, ayant au-dessous d'eux les androphylles et plus bas les feuilles involucrales, destinées à entourer et à protéger la fleur.

En formulant ces caractères que les Monocotylées et les Dicotylées possèdent en commun, nous touchons au point même où s'est opérée la séparation de ces deux séries. La différence qui les distingue n'a pas une valeur morphologique supérieure à celle de la distance qui existe entre les Cupressinées et les Abiétinées comparées. Elle tient, d'une part, à l'ordonnance des éléments de la fleur, basée sur une formule phyllotaxique particulière; de l'autre, elle dépend du degré de transformation de la feuille plus ou moins avancé selon la classe que l'on considère. — Il est certain que le prototype des Monocotylées a dû avoir des feuilles alternes et dépourvues de limbe, tandis que le prototype des Dicotylées, déjà parvenu à une plus grande complexité organique, devait posséder des feuilles rapprochées généralement par paires et pourvues d'un limbe en voie d'extension.

Le caractère différentiel le plus important, parce que c'est lui qui détermine le port respectif des végétaux de chacune des deux classes; nous voulons dire l'absence de zone cambienne périphérique et par conséquent de bois secondaire, chez les Monocotylées, la présence de cette même zone dans les Dicotylées, ce double caractère a été sans doute acquis graduellement, de part et d'autre, et n'était ni aussi constant, ni aussi général, à l'origine des deux classes. Certaines Dicotylées ont des faisceaux foliaires dépourvus de connexion cambiale dans la tige, de même que plusieurs Monocotylées possèdent un accroissement ligneux secondaire, à l'aide d'une zone cambienne sous-corticale. Il n'y a rien d'absolu ni de fondamental dans cette double structure; mais, sortie d'une variabilité organique originaire et devenue normale et définitive, après avoir été d'abord accidentelle, elle se sera affermie par le temps de manière à atteindre un degré de fixité qui la place au premier rang

des différenciations respectivement acquises. Une particularité de structure peu significative à l'origine peut ainsi, en devenant permanente et de plus en plus nettement accentuée, prendre une importance qu'on aurait difficilement prévue, en se plaçant au point de départ.

Une fois séparées, les deux catégories poursuivent leur évolution respective en s'engageant dans des voies parallèles et sensiblement analogues. Cette analogie, en dépit des divergences qui ne sont pas moins réelles, se retrouvent jusque dans les résultats.

De part et d'autre, l'ovule est fixé dans ses éléments les plus essentiels, il en est de même de l'embryon et de son processus; mais ce qui reste variable, ce sont les éléments secondaires de l'ovule et spécialement la réserve alimentaire constituée par le périsperme. Par une conséquence de cette variabilité, la situation et la dimension relatives de l'embryon, en étroite dépendance avec la nature et l'étendue du périsperme, seront également sujettes à varier.

Ce qui variera encore c'est la feuille dont le mouvement extensif et complétif se prolongera ou subira des temps d'arrêt de nature à amener des réductions et même des régressions.

Ce qui variera, c'est aussi et surtout la fleur dont les parties une fois constituées, par le rapprochement et la conversion en verticilles des cycles foliaires, contracteront entre elles des soudures, éprouveront des modifications ou se prêteront à des retranchements et à des éliminations, de manière à limiter le nombre des éléments de l'appareil floral ou même à ramener celui-ci aux seules parties absolument indispensables. Les androphylles et les carpophylles tendront eux-mêmes à s'exclure mutuellement et à se répartir sur des axes floraux séparés ou même sur des plantes distinctes. On voit qu'à raison de la plus grande complexité de l'appareil floral qui comprend ici des éléments variés, associés sur le même axe, au lieu d'écailles et de supports unisexués, comme chez les Gymnospermes, les combinaisons organiques entraînées par l'évolution ont été nécessairement plus fécondes et plus diversifiées morphologiquement. En outre, elles se sont réalisées par degrés successifs, de manière à n'atteindre que par étapes le terme final qui correspond au maximum de transformation auquel il a été donné à chaque série partielle d'arriver.

Si nous considérons la feuille, dont l'évolution relève surtout d'un phénomène d'extension et de complexité croissantes, nous verrons que, dans les deux classes, elle comprend les mêmes éléments et qu'elle a eu le même point de départ organique. C'est l'appendice foliaire primitif, engainant à la base, dont le sommet se prolonge après une convergence des nervures qui s'épanouissent de nouveau pour constituer le limbe. L'étranglement intermédiaire, résultant de cette convergence, est quelquefois articulé, d'autres fois peu distinct; il est l'origine du pétiole. De l'étendue proportionnelle de ces trois parties, l'une primordiale, les deux autres postérieurement développées, dépend la morphologie de la feuille tout entière et des parties auxquelles elle donnera lieu en continuant de se différencier.

La feuille des Monocotylées restera cependant toujours plus rapprochée du point d'origine. Chez elle l'appendice primitif ne s'effacera que très rarement; il gardera son importance relative et balancera tout au moins celle du limbe et du pétiole. Enfin, dans une foule de cas, l'avortement des parties nouvelles, leur réduction ou leur subordination amènent la persistance de l'appendice primordial qui, se prêtant à certaines différenciations, constitue à lui seul le type foliaire définitif. De là, une monotonie d'aspect, bien connue des botanistes, dans les feuilles de plusieurs groupes de Monocotylées, comparés entre eux : Graminées, Cypéracées, Iridées et tant d'autres; tandis que, à un point de vue opposé, entre les feuilles des Smilacées et celles des *Yucca* et *Dracæna*, des Aroïdées et des Pandanées, des Broméliacées et des Scitaminées, l'écart est assurément plus considérable qu'entre les feuilles des Dicotylées, rapprochées, en ayant égard aux diversités de structure qu'elles présentent. Pourtant, une fois la transformation opérée et l'appendice ou gaine primordiale réduit à presque rien, les feuilles des Dicotylées ont montré une souplesse et une amplitude de variations morphologiques bien supérieures à ce qui existe à cet égard chez les Monocotylées. Quoi qu'il en soit, et comme tendance générale de l'organisme, soit que l'on considère les feuilles, soit que l'on s'attache à l'appareil floral ou encore aux parties de la fructification, on se trouve en présence d'un seul et même but, poursuivi toujours par l'évolution et atteint par elle d'une façon plus ou moins complète. Ce but est celui de la divi-

sion croissante du travail organique et par conséquent de la spécialisation de plus en plus avancée des organes et des fonctions qui leur sont dévolues.

La feuille normale et la feuille sexuée ont d'abord la même valeur morphologique; mais la feuille normale tend graduellement à se compliquer et à se particulariser, tandis que la feuille sexuée, réduite à servir de support à l'un des deux sexes, revêt une physionomie à elle et occupe une place déterminée sur l'axe floral, d'après la nature des sporanges qu'elle est destinée à produire. Mais le mouvement évolutif qui pousse à cette division du travail, loin de s'arrêter à ce premier degré, se poursuit par tous les moyens possibles et dans toutes les directions. C'est par lui que les androphylles et les carpophylles, une fois spécialisés et localisés, affectent chacun une structure à part. Les microsporanges se substituent au limbe de la feuille mâle, presque complètement éliminé; au contraire, le limbe, persistant ou même accru et relativement différencié de la feuille femelle se replie sur lui-même et soude ses bords, de manière à enfermer les ovules ou macrosporanges dans un tégument protecteur entièrement clos.

Alors seulement la catégorie des Angiospermes se trouve réellement constituée; mais nous sommes bien éloignés du terme que doivent atteindre les transformations subséquentes, qui toutes vont favoriser ce but suprême de la division croissante du travail organique.

Pour cela il faut que l'appareil floral, d'abord simple rameau feuillé, s'éloigne le plus possible de ce qu'il était originairement, qu'il prenne un aspect et revête une forme entièrement spéciaux, en un mot qu'il devienne « la fleur », avec ses éléments symétriques et déterminés, qui une fois définis ne changeront plus. Mais cette stabilité, qui n'est encore que relative, ne se fera pas en un jour; elle s'affermira graduellement, elle s'avancera vers son terme par étapes successives, et à chacun de ces termes partiels correspondra ordinairement un type, jalonnant la route et aidant à reconnaître les diverses directions imprimées à l'ensemble des organismes angiospermiques par le fait de l'évolution. Effectivement, autant de types existant sous nos yeux ou dont la trace se retrouve dans le passé, autant de combinaisons partielles montrant réunies, à côté de parties

devenues fixes, d'autres qui, demeurées libres ou extensibles, restent susceptibles de varier.

Dans l'appareil floral, celui de tous les organes angiospermiques sur lequel l'évolution s'est le plus exercée, il faut encore distinguer plusieurs sortes d'impulsions ou ordres de phénomènes, relevant tous de la variabilité, mais impliquant des moyens divers d'arriver au but commun signalé plus haut, celui de la spécialisation croissante des fonctions organiques. Il y a donc, en premier lieu, le rapprochement par contraction des parties de la fleur et leur ordonnance en verticilles successifs, répondant à autant de cycles de spires foliaires. C'est par là que s'est constitué le plan floral dans ce qu'il a de plus essentiel et de primordial, puisque la fleur, sauf les réductions survenues ensuite, n'est qu'une résultante du rameau sexué originaire. A ce premier ordre de phénomènes évolutifs, il faut joindre les avortements et les éliminations partielles et finalement les soudures plus ou moins complètes qui en ont été la suite. Ce sont là des phénomènes secondaires, qui n'ont pu survenir que lorsque les effets du rapprochement des parties et de la contraction de l'axe auront été réalisés. Du reste, il est peu de degrés de cette marche, — nous insistons sur ce point, — qui n'ait donné naissance à quelque type prématurément fixé et dès lors relativement invariable, ou du moins voué à une variabilité proportionnellement très amoindrie.

Mais il existe un mouvement impulsif d'une autre sorte, lié au précédent, et ayant sa place marquée immédiatement auprès de lui. De même que le premier ensemble de phénomènes que nous avons signalé a eu pour but de déterminer le plan floral en différenciant l'appareil reproducteur du rameau normalement feuillé d'où il est sorti, de même il s'est présenté un second mouvement tendant à la séparation des sexes entre eux. Ainsi, réunis d'abord dans la même fleur ou plutôt sur le même rameau, les androphylles et les carpophylles ont été entraînés vers un ordre particulier de différenciation, les uns éliminant les autres, de manière à occuper exclusivement chaque fleur; et, lorsque les fleurs auront été groupées sur des rameaux à part, chaque inflorescence. Finalement cette tendance vers une division du travail sexuel aura pour terme la présence d'individus n'ayant les uns que des androphylles, les autres que des

carpophylles, combinaison la plus favorable de toutes au croisement qu'elle nécessite. Les Gymnospermes avaient obtenu de très bonne heure ce même résultat, mais à l'aide d'une autre marche, puisque chez elles la séparation des sexes sur des rameaux différents a dû précéder la formation du strobile qui représente l'appareil floral de cette classe. Au contraire, chez les Angiospermes, cette même séparation est postérieure à l'apparition de la fleur ou tout au moins elle a dû coïncider, lorsqu'elle a eu lieu, avec le moment où, dans la plupart des groupes, l'axe floral avait déjà obéi au mouvement de contraction de ses divers éléments.

Ainsi, en première ligne, c'est la fleur avec ses cycles et les verticilles de carpelles en haut, plus bas d'étamines, en dessous de pièces calycinales, formant involucre ; puis on reconnaît deux tendances immédiatement à l'œuvre pour modifier la fleur ainsi constituée, l'une dissociant les sexes et les groupant séparément dans des fleurs, sur des appareils ou des individus, l'autre agissant sur les parties de la fleur pour amener entre elles, dans chaque verticille et d'un verticille à l'autre, des réductions, des connexions, des soudures, des différenciations relatives dont le dernier terme aboutit à l'irrégularité des éléments ainsi atteints et de l'ensemble dont ils font partie. Chacun de ces mouvements, à mesure qu'il se propage et qu'il va en s'accentuant, dépasse, remarquons-le, les limites de l'axe primitif ou rameau sexué. Il va au delà, et c'est ainsi qu'après la fleur, les rameaux qui la portent et la branche elle-même à laquelle ces rameaux sont attachés et avec eux les feuilles qui les garnissent se sont trouvés envahis par le mouvement évolutif et ont participé plus ou moins aux changements que la fleur seule avait d'abord éprouvés.

Il n'a donc pas suffi que, dans le premier cas, l'un des sexes éliminant l'autre, la fleur soit devenue exclusivement mâle ou femelle; mais le plus souvent, la même élimination s'étant produite dans toutes les fleurs d'une même inflorescence ou dans tous les rameaux lorsque celle-ci était composée, il y a eu des inflorescences mâles et des inflorescences femelles, chacune d'elles s'individualisant et affectant des caractères morphologiques spéciaux, de manière à étendre jusqu'aux supports cette division du travail organique que la séparation sexuelle avait

réalisée dans chaque fleur en particulier. C'est par suite de ce phénomène que les chatons mâles des chênes, des aulnes, des noyers, etc., diffèrent si fort des inflorescences femelles de ces mêmes types et que les régimes mâles des Pandanées et des Palmiers ont si peu de rapports avec les régimes à fruits des individus femelles de ces types. Mais il existe aussi des degrés entre les cas extrêmes et souvent il a suffi aux fleurs devenues unisexuées de se grouper à part en occupant des portions déterminées de l'axe qui les portaient; c'est ce que montrent, par exemple, les Aroïdées, dont le spadice est souvent couvert de fleurs femelles à la base et de fleurs mâles dans le haut de l'organe.

Dans le second cas, le mouvement évolutif auquel on doit la modification des pièces florales ne s'est pas arrêté non plus à la fleur seule; il est allé au delà et, sous le nom de cyme, de panicule, de grappe et de thyrse, d'épi simple ou composé, il a gagné les parties de la plante sur lesquelles les fleurs étaient situées et converti leurs feuilles en bractées, leur faisant prendre par régression l'apparence de l'appendice primitif, au moyen de l'avortement partiel ou absolu du limbe et du pétiole.

L'unisexualité est loin du reste de constituer un fait général chez les Angiospermes, où les fleurs hermaphrodites sont au contraire de beaucoup les plus nombreuses. Il semble même que les types angiospermiques les plus anciens et par conséquent les moins évolués et les plus rapidement fixés soient justement ceux chez lesquels on observe le plus fréquemment des fleurs monogames, soit par monœcie, soit par diœcie. Il y a là l'indice d'un phénomène dont nous devons chercher l'explication avec d'autant plus de raison que, si la séparation des sexes a été, à un moment donné, un avantage pour les végétaux qui l'ont acquise, on a droit de se demander pourquoi des végétaux plus jeunes, plus tardivement formés et aussi plus complexes, ont été privés de cet avantage, de telle sorte qu'une structure tenue pour un indice de perfection relative manquerait justement chez les plantes les plus parfaites.

Cette explication, nous croyons pouvoir la donner; mais elle fera ressortir en même temps comment, à mesure que l'on interroge le règne végétal, non plus dans les âges reculés, mais à des époques plus rapprochées de la nôtre, alors que la nature

vivante tout entière s'était développée comme lui, c'est parmi les êtres avec lesquels ce règne avait lié des rapports que les éléments d'une solution doivent être recherchés. Les deux règnes à la longue sont devenus solidaires. En étroite dépendance l'une de l'autre, leur évolution respective a fini par se trouver en connexion avec les progrès accomplis dans l'un des deux et qui profitaient à l'autre, de telle sorte que ces progrès ne pouvaient se réaliser qu'à l'aide d'une réaction mutuelle, résultant des rapports intimes que le temps avait fini par établir entre eux.

La séparation des sexes dans la fleur, soit sur des rameaux, soit sur des individus distincts, tout autant que la différenciation morphologique de ce même organe, n'a pas eu seulement pour but, d'une façon générale, une division plus marquée du travail organique et par suite une perfection acquise et croissante. Mais un but plus spécial a été par là directement atteint, nous voulons parler du « croisement » qui s'effectue forcément entre les fleurs unisexuées; or, il il s'est trouvé que si par un moyen matériel et, pour ainsi dire, brutal, le croisement s'opère dans la fécondation des fleurs unisexuées et si ce procédé établi de bonne heure a été un avantage pour les végétaux qui l'ont obtenu, assurant à un moment donné leur supériorité sur les types à fleurs hermaphrodites, ceux-ci, par une voie plus lente à parcourir et qui rend compte de leur développement tardif, ont fini pourtant par arriver à des résultats non seulement équivalents, mais dus à des procédés infiniment perfectionnés, tout en restant en possession de leurs fleurs hermaphrodites. Ce double point de vue est trop essentiel pour qu'il ne nous arrête pas quelque peu avant d'achever ce qui tient à l'évolution commune des deux classes d'Angiospermes et de toucher ensuite aux limites mêmes de ce livre.

A l'exemple de ce qui a lieu chez la plupart des Gymnospermes, chez les Abiétinées en particulier, le vent est l'agent direct et principal du croisement dans la fécondation d'une foule d'Angiospermes à fleurs unisexuées ou hermaphrodites. Il en est ainsi des Palmiers et d'un grand nombre de Graminées, parmi les Monocotylées, de même que des Amentacées en général, des Urticées, d'une partie au moins des Euphorbiacées (Ricin), etc., parmi les Dicotylées. Dans ces cas, l'abondance du pollen assure généralement l'opération, qui peut s'effectuer parfois à des dis-

tances considérables ou qu'assure une projection de poussière pollinique par l'ouverture élastique des loges. C'est là le premier degré, le plus simple et qui non seulement justifie l'exclusion définitive de l'un des sexes par l'autre, dans beaucoup de fleurs, mais qui semble démontrer aussi que ce procédé a dû être originairement le plus efficace et peut-être le seul, soit par suite de la rareté primitive des insectes, soit par le fait même de l'évolution, qui n'aurait donné naissance que tardivement et graduellement aux autres mécanismes de structure, si divers, si ingénieux et si délicats, auxquels les plus parfaites des Angiospermes ont été redevables du bénéfice de la fécondation croisée. L'établissement d'une structure favorable au croisement, combiné avec l'intervention inconsciente des insectes, tel est le double moyen qui a fini par assurer les effets utiles de l'opération aux Angiospermes à fleurs demeurées hermaphrodites. Pour atteindre ce but, l'évolution végétale, de plus en plus active, a certainement donné naissance à une telle multiplicité de combinaisons, qu'elles dépassent de beaucoup, en nombre comme en efficacité, ce que cette même évolution a pu accomplir dans aucune autre direction du règne végétal, en le transformant et le perfectionnant peu à peu.

La structure florale a donc varié dans un but déterminé et les insectes ont concouru inconsciemment à ce que ce but fût atteint plus sûrement. Il existe à cet égard une dépendance étroite et réciproque du monde des plantes et de celui des insectes, intimement liés au point de vue de leur commun développement. En effet, il est des substances, comme le nectar, qui, ne s'étant montrées que dans des fleurs déjà perfectionnées et relativement récentes, entraînent l'absence antérieure des catégories d'insectes qui vivent exclusivement de ces substances. Il a fallu qu'il existât des fleurs sécrétant le nectar pour que des insectes mélliphages aient pu s'adapter à un pareil régime et se multiplier et, d'autre part, les fleurs contenant des sucs mielleux et que fréquentent ces insectes sont, non seulement plus récentes que les autres, mais le plus souvent conformées de telle façon que leur fécondation exige pour s'effectuer l'intervention d'un insecte spécial. De là l'étroite connexion de ces deux catégories qui n'ont évidemment pu se précéder beaucoup dans le temps, l'une d'elles ayant été la cause déterminante de l'apparition de

l'autre, mais toutes deux ayant dû forcément se développer côte à côte, par suite d'une marche et de progrès enchaînés, sur lesquels nous insisterons en peu de mots. Mais les insectes, pris dans leur ensemble, ayant avec les plantes des termes de connexion très divers, il faut nécessairement remonter plus haut que les suceurs de nectar pour mieux saisir le principe de cette influence graduellement acquise de l'un des règnes vis-à-vis de l'autre.

Il est des classes entières d'insectes dont l'influence est nulle sur la fécondation des fleurs ou du moins dont le rôle à cet égard est à peu près insignifiant. Il en est d'autres dont l'intervention partielle se trouve limitée à certaines espèces ou tout au plus à certaines familles; d'autres enfin, qui, se nourrissant exclusivement de sucs floraux, de la poussière pollinique ou du nectar, sont en même temps des agents actifs de croisement ou déterminent seuls la fécondation.

M. Müller, à qui nous emprunterons la plupart des détails qui suivent, dispose les catégories d'insectes dans l'ordre croissant de leur importance vis-à-vis des fleurs, soit sous le rapport du régime, soit en ce qui touche l'aptitude à faciliter la fécondation. Il place au dernier rang les Orthoptères et les Névroptères, puis les Hémiptères, plus haut les Coléoptères suivis des Diptères, au-dessus desquels vont se placer les Hyménoptères et enfin les Lépidoptères, les plus étroitement adaptés de tous, dans l'état parfait, à un régime exclusivement limité aux substances nectariennes, sécrétées par les fleurs, ceux de tous aussi, concurremment avec les Hyménoptères et les Diptères, dont l'intervention est la plus efficace pour amener la fécondation.

Or, nous n'avons qu'à jeter les yeux sur la faune des insectes du lias inférieur, observée soit en Suisse (Schambelen), soit dans le sud de l'Angleterre [1], à une époque antérieure à l'apparition des Angiospermes, pour voir se confirmer d'une façon éclatante la disposition sérielle adoptée par Müller. Cette étude fait ressortir l'ancienneté des adaptations actuellement existantes et démontre l'absence des catégories adonnées de nos jours aux fleurs et dont l'évolution n'était pas encore inaugurée.

1. Voy. Heer, *Le Monde primitif de la Suisse*, trad. par Isaac Demole, 1872, p. 100 et suiv.

Effectivement, les Coléoptères d'abord, puis les Orthoptères, les Névroptères et les Hémiptères, sont seuls représentés dans le lias, à l'unique exception près d'un Hyménoptère d'affinité douteuse. Les Diptères et les Lépidoptères sont absents. Ces dernières classes, de même que la plupart des Hyménoptères et toutes les sections, genres ou familles, compris dans les Coléoptères, qui vivent exclusivement sur les fleurs, seraient nés postérieurement, à mesure que ces sortes d'organes se montraient chez les Angiospermes, et les adaptations souvent exclusives des insectes se modelaient ainsi sur l'évolution graduellement compliquée qui présidait à la formation des plantes.

Au point de vue transformiste, M. Müller explique très naturellement cette adaptation croissante des insectes à une vie et à un régime nouveaux pour eux. Chez les Coléoptères, dont le rôle est d'une assez faible importance pour la fécondation, mais dont les adaptations au régime floral sont des plus variées, on observe les premiers passages vers un pareil régime. Certaines espèces s'y adonnent isolément; elles appartiennent à des familles très diverses; les organes tendent à se modifier, en même temps que le choix, devenant de plus en plus prononcé, il se forme de bonne heure, pour les uns, tardivement pour les autres, des genres et même des familles exclusivement voués au régime des aliments floraux. Mais, pour beaucoup de séries, cette adaptation reste partielle, dénotant ainsi leur existence antérieure, au moment où quelques-unes de leurs espèces se seraient habituées à vivre sur les fleurs, d'autres qui les touchent de près se tenant à l'écart de ce régime. — Quant aux trois ordres des Hyménoptères, des Diptères et des Lépidoptères, le premier, d'abord insignifiant, aurait acquis plus tard un développement dont la faune tertiaire d'Œningen donne la mesure et qui coïncide justement avec l'apparition et l'extension des Angiospermes, à partir de la craie moyenne; les deux autres ont suivi la même marche, et l'étroite adaptation de l'appareil buccal à la succion, à l'aide des parties modifiées par soudure ou atrophie, qui servent à la préhension des aliments dans les autres ordres, jointe à diverses particularités de structure, conduit M. Müller à considérer les Diptères et les Lépidoptères comme provenant des Névroptères par les Phryganides, qui sont des ébauches de papillons.

Mais si le rôle exclusif des insectes, dont les organes sont étroitement adaptés au régime des substances florales se trouve forcément lié à l'ordre d'apparition des végétaux à fleurs et si, loin de précéder ceux-ci, ces sortes d'insectes les ont nécessairement suivis, d'une façon générale, leur intervention en tant qu'auxiliaires de la fécondation commence évidemment de bonne heure.

Ce sont des mouches attirées par l'odeur, parfois cadavéreuse, et enfermées au fond de la spathe florale, qui effectuent la fécondation des spadices monoïques des Aroïdées et de certains Palmiers ou Pandanées. Des effets semblables se reproduisent dans le groupe des Aristoloches, dont le périanthe, quelque fois gigantesque, n'est qu'une spathe analogue, chez les Dicotylées, à celle des Aroïdées. Mais ici, et en ce qui concerne les premières, les procédés de structure destinés à attirer, puis à retenir les insectes fécondateurs, sont déjà beaucoup plus complexes et dénotent une période évolutive plus avancée.

Si l'on considère les fleurs hermaphrodites, le procédé de croisement le plus simple, auquel concourent à la fois la structure florale et l'action des insectes combinées, est celui de la « dichogamie », dont nous avons parlé à propos des *Dracæna* et des *Yucca* et qui se montre dans un très grand nombre d'Angiospermes, Monocotylées ou Dicotylées. Dans ces sortes de fleurs, l'un des sexes devance l'autre, au moment de l'anthèse, et tantôt l'organe mâle, tantôt l'organe femelle se trouve prêt le premier à remplir ses fonctions. Les fleurs ainsi construites sont dites « protérandres » ou « protérogynes », suivant le sexe qui se montre le plus précoce au sein de la même fleur. On conçoit qu'il suffise dès lors de la visite des insectes, Diptères, Hyménoptères ou Lépidoptères, pour réaliser la fécondation croisée, puisque les fleurs se présentent toujours à divers états de développement de leurs organes sexuels, ceux d'une même fleur ne coïncidant jamais entre eux.

Mais les fleurs hermaphrodites des Angiospermes ne se sont pas arrêtées à ce premier degré de différenciation et de fécondation croisée. Il s'est produit dans cette catégorie, à mesure qu'elle tendait à se diversifier, d'autres combinaisons morphologiques, impliquant presque toujours la fécondation croisée ou du moins la favorisant et lui assurant la prépondérance sur le

procédé contraire ou « autofécondation ». Celui-ci sans être exclu, se trouve cependant renfermé dans des limites assez étroites.

Le groupement des fleurs hermaphrodites en inflorescences où elles deviennent contiguës, comme chez les Ombellifères et les Composées, ou ordonnées en série spiciforme, cymoïde ou paniculée, etc., favorise encore le croisement, soit que le même insecte visite rapidement la plupart des fleurs de la même inflorescence, soit que, l'épanouissement successif des fleurs s'opérant dans un ordre déterminé, l'insecte vole d'une plante à l'autre mélangeant les pollens empruntés à des inflorescences inégalement développées, les unes plus avancées, les autres commençant à peine à s'épanouir. Mais en s'engageant dans cette voie, les fleurs elles-mêmes se sont différenciées entre elles, sans cesser d'être hermaphrodites. La même espèce a présenté, par l'hétérostylie, des fleurs à styles courts et à filets longs et d'autres à styles longs et à filets courts. Ces sortes de fleurs se fécondent généralement entre elles, l'autofécondation devenant l'exception et le croisement la règle. Enfin, le dernier terme de l'adaptation florale se trouve atteint, lorsque, à l'exemple des Orchidées, chez les Monocotylées, et de beaucoup de Corolliflores, parmi les Dicotylées, la fleur est en même temps asymétrique et incapable de se féconder elle-même, si un insecte préposé spécialement à cette fonction n'intervient pas pour effectuer l'imprégnation, chaque espèce de fleur étant alors conformée en vue de l'insecte qui la visite et en dehors de l'intervention duquel elle resterait stérile. Elle finirait même par disparaître inévitablement, de même que privé d'elle l'insecte manquerait du seul aliment qui lui convienne. Il résulte de cette correspondance que le sort commun de l'insecte et de la plante se trouve réciproquement lié par le fait d'une double adaptation, la plus complète et la plus rigoureuse dont le règne végétal puisse donner l'exemple.

En prenant pour point de départ la souche angiospermique et la suivant de branche en branche jusqu'aux dernières ramifications de la tige mère, nous avons observé les effets successifs de la variabilité organique qui diversifie les organes, à mesure que ceux-ci prennent de l'extension. Nous avons vu que l'hérédité fixait ces différences et déterminait par là des caractères d'au-

tant plus essentiels et fondamentaux, c'est-à-dire possédés en commun par d'autant plus d'individus, que l'on s'avance plus loin vers l'origine du tronc d'où se sont détachées à diverses hauteurs toutes les branches particulières. A chacune de ces bifurcations partielles et successives, on voit à la suite d'un premier embranchement se spécialiser quelques-uns des groupes auxquels on applique les noms d'ordre, de famille, de genre, jusqu'à ce qu'à l'aide d'une série décroissante de termes différentiels, on arrive en dernier lieu à l'espèce [1], c'est-à-dire à une collection d'individus à peu près semblables.

Comme les ordres, ou sections comprenant plusieurs familles, et comme les familles elles-mêmes se sont formées en divers temps et de plusieurs manières, ces groupes n'ont par eux-mêmes rien d'uniforme et leur signification est telle qu'ils représentent seulement une combinaison que l'hérédité est venue consolider à un moment donné, en restreignant chaque fois dans des limites plus étroites le champ laissé à la variabilité.

Au moment où la plupart des ordres, sinon des familles d'Angiospermes, ont commencé de dessiner leurs traits, le contenu nutritif de l'ovule, autrement dit le périsperme, et même l'embryon étaient encore plastiques; plus tard cette plasticité a complètement cessé et les familles ont puisé dans cette fixité spéciale un de leurs caractères les plus constants et les mieux définis. A ce moment aussi, les éléments de la fleur qui achevait

1. L'espèce est ici considérée « telle qu'elle se montre sous nos yeux et à l'état vivant », non pas telle qu'elle a dû se comporter dans son passé, ni telle aussi qu'une portion au moins des espèces existantes est sans doute destinée à se comporter dans l'avenir, c'est-à-dire à changer de nouveau et à se développer, en se modifiant plus ou moins. Il est évident que, dans notre pensée, les familles, les tribus et les genres n'ayant eu d'autre origine que des transformations individuelles, ce sont réellement et nécessairement des « espèces » qui leur auront autrefois donné le jour, en se dédoublant. Cependant, ces espèces mêmes, à un moment antérieur de leur existence, ne différaient pas en valeur de celles que nous avons sous les yeux. Elles ont toujours représenté le terme dernier « actuel » d'une série de variations disposées dans un ordre décroissant d'importance relative. Seulement, pour les unes, ce terme dernier une fois atteint n'a plus été dépassé, tandis que pour d'autres, demeurées ou redevenues plastiques, l'éventualité de transformations ultérieures était encore possible, le cadre des caractères mobiles étant chez celles-ci demeuré plus ou moins extensible. Dans ce qui précède, comme dans ce qui suit, il doit être tenu compte de ce double point de vue, l'un relatif, l'autre en apparence plus ou moins absolu.

de se constituer conservaient une partie de leur mobilité. Ils étaient aptes à se réduire, à contracter des adhérences ou à demeurer plus ou moins libres en s'arrêtant à divers degrés de soudure et de réduction. Seulement, ce qui prouve l'antériorité de certaines familles par rapport à d'autres, c'est que ce travail de réduction et de soudure, assez peu avancé lorsque les familles

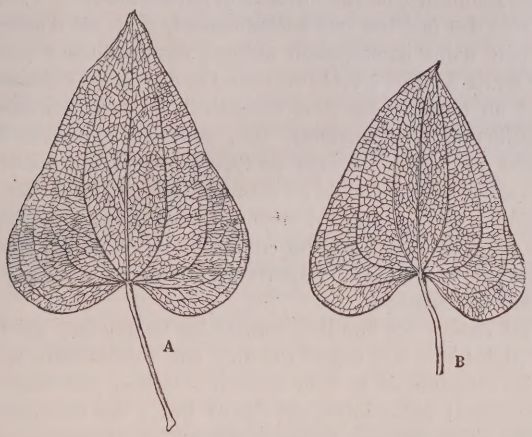

Fig. 130. — Feuille vivante et feuille fossile du *Smilax mauritanica* Desf. — Pour montrer la persistance, sans variation appréciable, d'un type spécifique de Monocotylée, depuis le milieu des temps tertiaires jusqu'à nos jours. — A, *Smilax mauritanica pliocenica*, feuille complète, d'après un exemplaire provenant du pliocène inférieur du Cantal, recueilli par M. B. Rames. — B, feuille du *Smilax mauritanica* actuel, du midi de la France, reproduite comme terme de comparaison. — Grandeur légèrement diminuée.

polycarpiennes ont ébauché leurs traits, était parvenu à son terme et dans plusieurs directions simultanées, lorsque les épigynes et les gamopétales ont arrêté les leurs. C'est là ce qui explique les vestiges plus nombreux des premières dans les étages où les Angiospermes commencent à se montrer.

Nous avons vu qu'il existait des familles de plusieurs sortes et que les unes, dites familles par enchaînement, laissaient voir à l'intérieur de chacune d'elles la même marche du simple au composé que présente la classe tout entière. Dans ces familles qui ont généralement laissé des vestiges de leur ancienneté relative, les genres représentent les termes successifs d'un plan

floral d'abord arrêté seulement dans ses éléments essentiels, puis tendant à se compliquer graduellement, par fusion, réduction ou élimination de certaines parties. Les Magnoliacées, les Renonculacées, les Nymphéacées, les Saxifragacées, les Légumineuses et bien d'autres nous ont offert ce caractère. Les genres répondent alors à l'un des degrés successifs ou des termes simultanés de cette évolution particulière.

A côté des familles par enchaînement, il en est d'autres qui résultent d'une combinaison unique, devenue assez constante pour servir de type à toute une réunion d'espèces, s'élevant parfois à un nombre des plus considérables. Les Laurinées, les Ombellifères, les Crucifères, etc., sont des exemples de ces familles qui, malgré la fixité du type principal, ont donné naissance à une suite indéfinie de modifications partielles. Ces sortes de familles ne sont véritablement que de grands genres favorisés à un moment donné par les circonstances et dont l'extension géographique ainsi que l'importance numérique justifient seules la place systématique.

Il est encore des familles, comme les Graminées, qui répondent plutôt à un état organique qu'à une combinaison spéciale. Ici, les éléments de la fleur demeurés lâches, peu transformés et facilement réductibles, ont donné lieu à des dédoublements sans fin qui permettent de passer d'un genre à l'autre sans grand effort et qui ont donné naissance à des races héréditaires tellement voisines, qu'elles défient parfois le coup d'œil du botaniste le plus sagace de parvenir à tracer entre elles des limites divisoires.

Enfin, si la notion de l'espèce échappe souvent à l'analyse, dans la famille angiospermique, pour peu que celle-ci soit touffue, distribuée en genres nombreux et féconds, cette notion se réduit encore, jusqu'à n'être qu'un équivalent de la variété ou race localisée, lorsqu'il s'agit de familles établies sur une combinaison organique peu saillante par elle-même, s'alliant avec une tendance vers la différenciation indéfinie des parties accessoires, demeurées polymorphes. Ici donc, l'uniformité du type coïncide avec la multiplicité des variations secondaires, dès que ce type, prédestiné par sa souplesse à s'étendre au loin, est par cela même devenu cosmopolite.

Nous prendrons pour exemple les Ampélidées qui, non seule-

ment sont répandues dans toutes les zones et dans les deux hémisphères, mais qui se rencontrent assez fréquemment à l'état fossile; elles nous permettront de saisir la marche des espèces à travers le temps, ainsi que la signification qu'elles gardent au sein de l'ordre actuel, au moins toutes les fois qu'il est question d'une famille offrant des caractères comparables à ceux qui distinguent les Ampélidées.

La combinaison organique d'où les Ampélidées sont sorties est par elle-même assez obscure; elle paraît pourtant être à peu près du même ordre que celles auxquelles nous devons les Cornées, les Araliacées, enfin les Rhamnées. Il existe dans la fleur des Ampélidées et à la base intérieure du calice un disque ou renflement hypogyne, sur lequel sont implantées la corolle et les étamines, celles-ci toujours opposées aux pétales. Cette même formation discoïde tapisse l'intérieur du calice dans les Rhamnées, qui ont aussi les étamines opposées aux pétales. Ce disque est épigyne au contraire dans les Cornées et les Araliacées, qui ont des étamines alternes. Cependant, si l'on cherche la vraie signification de cette opposition des étamines dans les Ampélidées, on reconnaît que le disque est variable selon les genres que comprend la famille (*Vitis*, *Cissus*, *Ampelopsis*, *Pterisanthes*, *Leea*) et qu'il disparaît même chez la plupart des *Ampelopsis*. C'est donc là un organe réduit qui doit avoir présenté d'abord une autre signification. Dans les *Vitis*, le disque hypogyne est urcéolé et quinquélobé; mais si l'on consulte le genre sud-asiatique des *Leea*, qui dénote une transformation du type des Ampélidées réalisé très anciennement sur des bases assez différentes, le même disque prend l'apparence d'une urcéole adnée à la base avec la corolle, assez développée pour entourer l'ovaire et dont les cinq lobes alternent avec les pétales. Les étamines opposées se trouvent situées entre ces lobes. Il est donc permis de croire que le disque graduellement réduit ou inégalement développé des Ampélidées répond à un cycle extérieur de feuilles staminales, soudées entre elles puis avortées, le cycle intérieur ayant seul persisté. La fleur des Ampélidées aurait donc compris à l'origine cinq cycles au moins d'éléments convertis en autant de verticilles, dont un extérieur pour le calice, un pour la corolle, deux pour l'androcée de cinq pièces chacun et enfin un au moins et peut-être deux cycles de trois

carpelles chacun, réunis en un seul ovaire à style simple et à stigmate capité. Les réductions et les soudures auraient fait le reste, en amenant la fleur des Ampélidées aux divers états qu'elle présente dans les cinq genres de la famille. Les feuilles auraient été originairement opposées et ne seraient devenues alternes que par suite de l'avortement de l'une des feuilles de certaines paires ou de sa soudure avec l'axe principal dévié et transformé soit en vrille, soit en inflorescence. Les vrilles et les inflorescences se suppléent et se confondent effectivement et se trouvent oppositifoliées dans la plupart des Ampélidées.

Les différences ne sont un peu sensibles qu'à la condition de rapprocher des *Vitis* propres les Léeacées, rameau latéral, très anciennement détaché, dont les pétales sont cohérents, les étamines monadelphes, le disque hypogyne très développé en urcéole, et dont l'ovaire comprend jusqu'à six loges. Les feuilles des *Leea* ont une tendance à se subdiviser, comme celles des Vitées, mais en devenant pinnées et non pas inciso-pédalées ou digito-pédalées, à la façon du type foliaire de l'autre section.

Que l'on suppose maintenant deux espèces primitives dépendant l'une et l'autre du plan de structure que nous venons de définir, ces deux espèces représenteront pour nous, l'une le prototype des Léeacées, l'autre celui des Vitées. Entre ces deux espèces, les principales différences résulteraient du nombre des carpelles réduits à deux, chez les Vitées, chaque loge gardant deux ovules; elles résulteraient encore des pièces florales demeurées libres, du faible développement du disque hypogyne, enfin de l'extension relative de la paire la plus inférieure de nervures latérales par rapport aux autres; cette différence tiendrait en dernière analyse à la transformation plus avancée du rameau de l'inflorescence métamorphosé en vrille ou organe de préhension, conservant sous forme de bractées des vestiges de feuilles amoindries et avortées.

Ces divers points différentiels sont destinés à devenir communs à l'ensemble des formes sorties du prototype des Vitées. On voit qu'ils réduisent singulièrement les limites de la variabilité de celles-ci et pourtant non seulement ces formes se multiplieront, mais, en se dédoublant, elles se distribueront en trois rameaux ou groupes, formant autant de genres. — Sur quelles bases ces genres seront-ils établis? D'une part, ils emprunteront leurs

traits distinctifs à l'étroite mesure de variabilité qui reste à la fleur déjà arrêtée dans ses parties essentielles ; d'autre part, à la diversification du limbe foliaire, et ce dernier, sans sortir des limites d'un plan déterminé par l'ordonnance des principales nervures, donnera naissance à toutes les modifications dont ce plan est susceptible, depuis le contour le plus simple et le plus entier, jusqu'aux incisures les plus profondes et les découpures en segments de second et de troisième ordre.

Mais du point où nous nous plaçons pour redescendre jusqu'à l'espèce, il reste encore un degré à franchir, deux ou trois degrés même, si l'on va jusqu'à distinguer plusieurs groupements de formes similaires, à l'intérieur des genres *Vitis*, *Cissus* et *Ampelopsis*, eux-mêmes déjà si rapprochés l'un de l'autre.

Les pièces florales au nombre de cinq, les pétales cohérents formant coiffe et caducs lors de l'anthèse, une moindre réduction du disque hypogyne urcéolé et quinquélobé, une nuance différentielle dans la forme du stigmate, le fruit consistant en une baie, toujours biloculaire et ordinairement succulente : ce sont là les traits distinctifs des *Vitis*.

Les pièces florales presque toujours réduites au nombre de quatre par verticille, le disque hypogyne plus ou moins prononcé, une baie sèche ou plus ou moins succulente, susceptible de devenir monoloculaire par avortement : c'est à quoi se reconnaissent les *Cissus*.

Les *Ampelopsis* ne sont que des *Cissus* arrivés à un degré de transformation plus avancé : le disque hypogyne s'efface presque complètement, l'inflorescence cymoïde se complique, et les feuilles décomposées parviennent au terme extrême de segmentation qu'il leur ait été donné d'atteindre.

Il y a certainement des indices d'une moindre transformation organique dans les *Vitis* où les effets de la réduction se sont arrêtés un peu plus tôt, tandis que la nature bacciforme succulente du fruit était cependant chez eux la marque d'une évolution d'un genre spécial.

Dans les *Pterisanthes*, sortes de *Cissus* javanais, la différenciation, effectuée dans une direction particulière, a tendu à réaliser la séparation des sexes, tandis que la feuille axillante, soudée à la vrille ou rameau latéral transformé, était convertie en une

inflorescence lobée et coriace, servant à protéger des fleurs polygames.

L'évolution, aux prises avec un type à la fois peu complexe dans ses éléments constitutifs et cependant très souple, peut entraîner les résultats les plus variés, sans sortir des limites d'un cadre déterminé. Cependant, s'il faut serrer la question, les vignes une fois détachées des *Cissus* et formant à côté d'eux un rameau particulier, que restait-il de variable en elles et qui fût de nature par conséquent à servir à la différenciation des espèces? — Le contour des parties de la fleur, les détails du groupement de celle-ci en inflorescence, la forme de la graine, la consistance du fruit, le mode d'exfoliation de l'écorce, et finalement la découpure du limbe foliaire. Mais ce qui prouve que c'est bien à l'aide de dédoublements successifs que les formes se sont spécialisées, c'est que leur ensemble se subdivise en sections qui représentent, pour ainsi dire, les rameaux plus ou moins féconds en ramuscules auxquels l'espèce prototypique a donné naissance.

M. Planchon a séparé des *Euvitis* ou vignes propres les *Muscadinia* dont le *Vitis rotundifolia* Michx. est le principal représentant et qui se distingue par ses baies se détachant une à une de la grappe à la maturité, son écorce non striée en long, mais recouverte de nombreuses lenticelles, enfin les rides qui marquent la face et le dos de ses graines. Un autre groupe, celui des vignes tubéreuses du Soudan, a reçu du même savant le nom d'*Ampelo-Cissus* [1], parce qu'il semble destiné à rejoindre les *Vitis* aux *Cissus* et *Ampelopsis*. Leur souche tubéreuse et leur inflorescence qui tient du thyrse et de la cyme les rattachent à ceux-ci, tandis que leur fruit succulent les range plutôt auprès des *Vitis*. C'est là une section propre à l'intérieur de l'Afrique, où elle doit avoir acquis ses caractères, de même que les régions tempérées des deux continents ont donné naissance aux *Euvitis* [2] ou vignes propres. Mais, après toutes ces oscillations et ces caractères de détail successivement fixés, que reste-t-il à l'espèce ou du moins aux collections de formes locales auxquelles on applique ce terme, sinon des nuances infinitésimales, plus ou moins arrêtées par l'hérédité?

1. *Revue hortic.*, 1881, nos 21 et 23.
2. *Les Vignes américaines,* par E. Planchon, Montpellier, 1875.

Ces nuances sont tellement faibles et l'intervalle qui les sépare si aisé à franchir dans la plupart des cas, que l'hybridation s'exerce d'une espèce à l'autre, aussitôt que l'action de l'homme ou le hasard de l'extension géographique viennent à les mettre en présence. L'isolement seul a constitué l'espèce et seul aussi il est capable de la maintenir. Mais le métissage lui-même est proportionnel à l'amplitude de la différenciation; son action s'affaiblit ou s'accroît selon qu'elle est plus ou moins prononcée, et ici le degré d'affinité plus ou moins intime n'est que l'expression exacte de la parenté généalogique des formes sorties d'un même rameau, encore plus d'un même ramule, se touchant de plus près et se mêlant plus aisément que celles qui proviennent d'une bifurcation plus ancienne de la branche des Vitées et encore plus des Ampélidées réunies.

L'application des idées qui précèdent à l'examen des espèces fossiles d'Ampélidées, loin de les contredire, leur apporte l'appui de la vraisemblance, et c'est bien ainsi, c'est-à-dire à l'aide de dédoublements successifs, aboutissant à un ensemble de formes alliées de très près, que le groupe entier a dû sa multiplication et sa diffusion à travers les périodes géologiques, à partir de la craie supérieure.

Ce serait à cette époque qu'il faudrait rapporter les premiers vestiges d'Ampélidées non encore différenciées, si les *Chondrophyllum* d'Ettingshausen et les *Cissites insignis* et *formosus* de Heer, le premier de la craie du Nébraska, le second de celle du Groënland, avaient été attribués justement aux Ampélidées. Mais le *Chondrophyllum tremulæfolium* Brngt., de Niederschœna, le mieux caractérisé de tous, ressemble tout autant à une Hamamélidée qu'à une Ampélidée, tandis que, de leur côté, les *Cissites insignis et formosus* répondent mieux à des Araliacées.

Il faut donc se placer sur l'horizon paléocène de Sézanne et de Gelinden pour rencontrer à la fois et sous une apparence déterminable, avec des Viburnées, des Araliacées, Cornées, etc., de vraies Ampélidées, c'est-à-dire tout un ensemble de familles réciproquement alliées et dont la présence simultanée est un indice de plus de leur commune divergence d'une tige mère, dont les premiers rameaux se seraient montrés dès l'âge précé-

1. Voy. *Phyllites du Nébraska*, p. O. Heer, tab. 2, fig. 5, et *Fl. foss. arctica*, von O. Heer, VI, 2 Abtheil, p. 85. tab. 21, fig. 5-8.

dent; ce fait est au moins certain pour l'une de ces familles, celle des Araliacées.

Les genres *Cissus et Vitis* ont à la fois des représentants dans la flore de Sézanne. Le *Vitis sezannensis* Sap. et le *Cissus primæva* Sap., ont des feuilles qui se ressemblent assez pour avoir été d'abord confondues en une seule et même espèce. Ces feuilles sont dentées le long de la marge, mais entières et par conséquent tracées sur un modèle relativement simple.

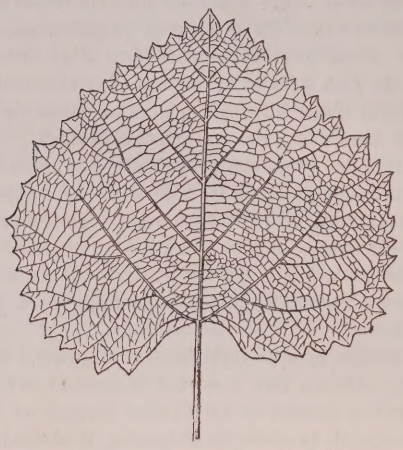

Fig. 131. — *Vitis sezannensis* Sap. — Feuille restaurée d'une vigne prototypique de l'éocène inférieur (paléocène) de Sézanne. Grandeur diminuée de moitié.

Le *Cissus primæva* touche évidemment de près aux *Cissus capensis* Thb. et *tomentosa* Lam, l'un de l'Afrique australe, l'autre de l'île Maurice.

Le *Vitis sezannensis* dont M. Munier-Chalmas a reconnu les vrilles et plusieurs fragments, est certainement comparable au *Vitis cordifolia*, Michx. (*Vitis vulpina* Walt. non Wild.), espèce de l'Amérique septentrionale à peine distincte du *V. riparia* du même auteur. Ce serait donc là un *Euvitis* à feuilles non lobées, assimilables, d'autre part, si on la rapproche des formes actuelles de l'ancien continent, à celles du *Vitis cinnamomea* Wall., mais avec quelques paires de nervures secondaires de moins.

Suivons maintenant d'un étage à l'autre les vignes fossiles en abandonnant la branche collatérale des *Cissus*.

Nous n'avons pas observé de vigne authentique dans l'éocène supérieur. Cette lacune, qui correspond à la période la plus chaude qu'ait traversée l'Europe, concorde avec l'abondance relative des Palmiers et d'autres types d'affinité tropicale, tels que les Canneliers, Bombacées, Mimosées, etc. Elle marque, selon nous, non pas une absence complète, ni une éclipse du type *Vitis*, mais seulement son état stationnaire et son cantonnement soit plus au nord, soit vers le haut des montagnes.

Les vignes propres doivent être effectivement considérées comme des plantes originaires des vallées escarpées et des régions accidentées qu'elles auraient quittées ensuite pour redescendre dans les plaines, sans cesser pourtant de fréquenter de préférence le voisinage des grandes chaînes. Leur distribution géographique à portée des Apalaches, du Caucase, des contreforts himalayens, dans l'Afghanistan, le Caboul, Cachemire, le Boutan, l'Amurland et le Japon, confirme cette manière de voir et démontre que c'est au sein des montagnes que le type primitivement ébauché doit avoir reçu ses traits décisifs.

Le partage des vignes entre les deux continents et l'extrême liaison des *Vitis* d'Asie et d'Amérique favorisent la supposition d'une émigration des *Euvitis*, de ceux du moins qui touchent de plus près au type *Vinifera*, émigration qui se serait opérée du nord au sud et dans plusieurs directions simultanées, à partir du périmètre de la région arctique.

Dans la flore américaine du « lignitic », qui se rapporte à la fin de l'éocène, on rencontre bien un certain nombre de *Cissus* nettement caractérisés, mais la présence du *Vitis Olriki* Hr. y semble problématique, la feuille figurée par M. Lesquereux sous ce nom ayant plutôt la nervation d'un érable que d'une vigne véritable. L'examen de la flore arctique tertiaire confirme au contraire le point de vue que nous exprimions plus haut. Le *Vitis Olriki* Hr., d'Atanekerdluk, dans le Groënland septentrional, découvre l'existence sur ce point, vers la fin de l'éocène, d'une espèce de vigne alliée de près au *V. cordifolia* Michx., par conséquent d'un *Euvitis* du groupe des *Vinifera*. Il faut joindre à la belle feuille figurée par M. Heer des semences provenant des mêmes lits et offrant le caractère des grains de raisin.

Nous ne nous arrêtons ni au *Vitis arctica* ni au *Vitis islandica* du même auteur, qui sont loin de présenter les mêmes garanties de détermination générique. — La feuille du *V. Olriki*, remarquons-le, a le pourtour entier et simplement denté à dents obtuses, mais sans trace de lobes ni d'incisures.

Si nous retournons maintenant en Europe, c'est sur l'horizon du miocène inférieur que nous rencontrons les vestiges du premier *Vitis* authentique, succédant à l'espèce de Sézanne. Les flores si riches des gypses d'Aix, du tongrien et de l'aquitanien de Provence, d'Armissan près de Narbonne et de Ceylas dans le Gard n'en ont encore présenté aucune trace déterminable. A Ménat, en Auvergne, sur le même horizon géognostique, nous n'avons rencontré que des indices peu significatifs de la présence d'une vigne.

C'est dans les tufs de Vesoul (Haute-Saône), dépôt travertineux de la même nature que celui de Sézanne, synchronique de celui de Brognon (Côte-d'Or) et appartenant à l'horizon du miocène le plus inférieur, que nous observons les feuilles du *Vitis sequanensis* Sap. Tout bien considéré, ces feuilles ressemblent a celles du *Vitis rotundifolia* Michx., de la Floride, ainsi qu'au *V. californica* dont nous tenons un échantillon de M. Lesquereux. Ainsi, la seule vigne connue avec un peu de certitude dans l'Europe centrale, vers le milieu du tertiaire, se rapporterait à la section des *Muscadinia* dont le *Vitis rotundifolia* est le type. C'est un nouvel indice de l'extension tardive des *Euvitis* sur le sol européen, à la faveur de l'abaissement de température qui suivit le tongrien, soit que ces *Euvitis* soient venus du nord, soit qu'ils aient d'abord occupé l'intérieur des régions montagneuses.

Il est difficile, en tous cas, de reconnaître le type des vrais *Vitis* aux feuilles de Salzhausen décrites par Ludwig sous le nom de *V. teutonica*. Néanmoins, des graines ayant le caractère de pepins ou grains de raisins ont été signalés par Al. Braun et réunies probablement à tort aux feuilles en question qui dénotent plutôt celles d'un *Acer* ou d'un *Viburnum*. A Œningen, malgré la richesse prodigieuse du gisement, c'est encore des graines isolées, non accompagnées de feuilles, que M. Heer a pu recueillir [1]. Cette pénurie pouvait bien être en rapport avec la

1. *Fl. tert. Helv.*, III, p. 194, tab. 155, fig. 1-3.

station occupée par les *Vitis*, alors sans doute confinés dans le voisinage des montagnes.

Quoi qu'il en soit, en remontant la série des étages c'est au mont Charray en Ardèche, sur l'horizon des Hipparions, qu'il faut se placer pour trouver enfin une vigne bien caractérisée. Les espèces dominantes du mont Charray sont des chênes, des charmes, des érables et trahissent une région boisée montagneuse, en rapport avec les aptitudes des *Vitis* propres.

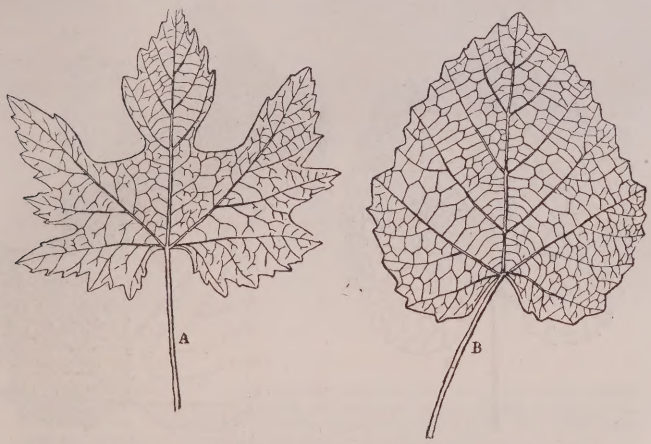

Fig. 132. — *Types de vignes tertiaires européennes.* — A, *Vitis prævinifera* Sap., du miocène sup., du mont Charray (Ardèche). — B, *Vitis subintegra* Sap., du pliocène inférieur du Cantal. — 1/2 grand. nat.

Le *Vitis prævinifera* Sap. est la plus ancienne vigne à feuille incisée, tri-quinquélobée, dont on ait encore connaissance. Elle se distingue des formes correspondantes de notre lambrusque ou vigne sauvage par le faible développement du lobe médian, étroit, lancéolé et court, par rapport aux larges sinus qui le séparent des latéraux. Les dents sont anguleuses, les lobes et lobules, lancéolés. On compte quatre paires de nervures secondaires dans le lobe médian. Les caractères de détail qui séparent cette espèce de notre *V. vinifera*, la rapprochent par contre des feuilles lobées des *Vitis Thumbergii* Sieb. et *flexuosa* Thb., du Japon, ainsi que du *V. monticola* Bukl., d'Amérique. Mais, après examen, on voit qu'elle est encore alliée de plus

près au *V. vinifera* qu'à aucune autre race soit américaine, soit asiatique. Ainsi, le *V. prævinifera* est, sinon un ancêtre direct de notre vigne, du moins un prédécesseur et un collatéral de celle-ci. Il faisait visiblement partie d'un groupe de formes dont le *Vitis vinifera* est lui-même descendu.

Avançons d'un degré, et le *Vitis subintegra* Sap., des cinérites du Cantal, nous découvrira l'existence au sein des forêts pliocènes d'une vigne différente de celle qui précède, mais se ratta-

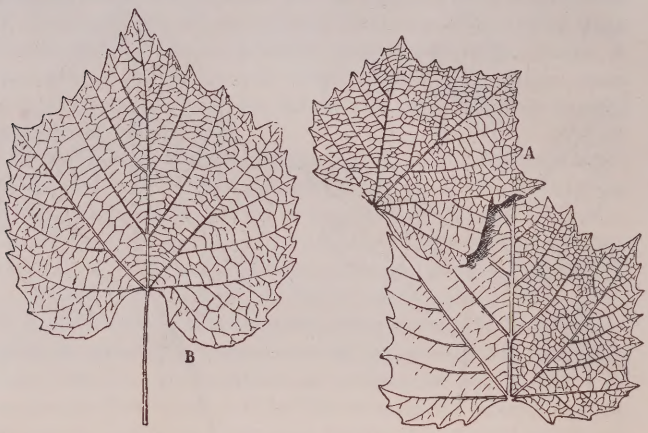

Fig. 133. — *Types de vignes pliocène et quaternaire de Provence.* — A, *Vitis salyorum* Sap. et Mar., des tufs pliocènes des environs de Marseille. — B, *Vitis vinifera diluviana*, des tufs quaternaires de Meyrargues (Bouches-du-Rhône). — 1/2 grand. nat.

chant de même au groupe des *Euvitis*. Le *V. subintegra* est assimilable par ses feuilles aux formes simplement lobées-anguleuses de l'Asie occidentale et austro-occidentale, particulièrement aux *Vitis lanata* Roxb., et *cinnamomea* Wall. On voit que, sans tenir encore le *Vitis vinifera*, nous gravitons cependant vers lui et que nous nous en rapprochons sensiblement.

Les tufs pliocènes de la Valentine, près de Marseille, ont fourni à l'un de nous de nombreuses feuilles d'une vigne un peu plus récente que celle des cinérites, associée aux derniers palmiers indigènes du midi de la France et qui mérite d'autant plus d'attirer l'attention, qu'elle précède immédiatement le *Vitis vinifera*

sur le sol provençal, la présence et la diffusion de ce dernier se rapportant au quaternaire.

Le *Vitis salyorum* Sap. et Mar. touche visiblement à notre vigne et s'en distingue à peine par ses feuilles lobées-anguleuses, mais non découpées, et par le faible développement de la base, échancrée plutôt que cordiforme. Par ces mêmes côtés il se rattache aux races du Népaul, de l'Himalaya et de l'Afghanistan, signalées sous les noms de *Vitis indica* L., *V. cinnamomea* Wall.,

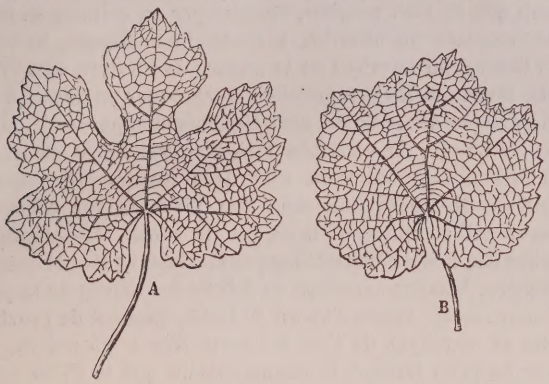

Fig. 134. — *Vitis vinifera* L., race spontanée en Provence. — A, et B, deux feuilles, l'une lobée, l'autre entière, reproduisant les variations morphologiques des formes fossiles antérieures ; A répond au *Vitis prævinifera* du mont Charray et B au *Vitis subintegra* des cinérites du Cantal (voy. fig. 132). — 1/2 grand. nat.

Vitis glandulosa Wall. Dans l'espace qui s'étend de l'Himalaya au Caucase et au Taurus, il existe tout un ensemble de formes localisées, plus ou moins flottantes et allant de la variété à peine sensible jusqu'à l'espèce définissable. Le *Vitis vinifera* n'est que le rameau occidental et prolongé dans la direction des pays limitrophes de la Méditerranée de cette branche des *Euvitis* dont la vigne cultivée est devenue le type. A l'époque pliocène, le midi de l'Europe comprenait encore des races ou sous-espèces similaires de celles qui peuplent les vallées asiatiques, et le *Vitis salyorum*, avec ses caractères ambigus, nous révéle cet état de choses. .

Nous atteignons ainsi le quaternaire. A la base de ce terrain, toujours en Provence, dans des tufs que leur masse et leur situation assignent à un niveau très supérieur à celui que les eaux

actuelles peuvent atteindre, ceux de Meyrargues [1] (B. du Rh.), l'un de nous a signalé, depuis des années, une vigne dont les feuilles affectent une ressemblance plus étroite avec celles du *Vitis salyorum* qu'avec les formes actuelles de *Vitis vinifera* du pourtour méditerranéen. La vigne pliocène aurait donc persisté en Provence jusque dans l'âge suivant, et l'homme des graviers de la Somme s'était introduit en France avant qu'elle eût disparu, envahie et submergée par une race plus robuste et plus cosmopolite. On conçoit que le *Vitis vinifera*, favorisé par la culture, ait finalement remplacé ou absorbé, à l'aide du métissage, toutes les races locales qui auraient eu la chance de survivre aux événements. Pourtant, il est impossible de révoquer en doute, à cette même époque quaternaire, peut-être même auparavant, la présence en Europe du véritable *Vitis vinifera*. Notre vigne, bien caractérisée, se montre en effet dans les travertins toscans (Pioggio a Montone, Galleraje, San Vivaldo, Val d'Era). Ici l'identité est complète et il en est de même des empreintes extraites des tufs de Montpellier par M. Gustave Planchon.

L'espèce, dans son extension en dehors des limites de la patrie originaire, serait venue d'abord en Italie, gagnant de proche en proche et marchant de l'est à l'ouest. Elle a dû suivre, pour arriver jusqu'en Europe, le même chemin que le *Ficus carica*, également observé dans les tufs de l'Italie centrale, dans ceux du midi de la France et que l'on retrouve, lors du quaternaire, jusque dans les environs de Paris.

Au moyen des définitions et des exemples qui précèdent, il est possible de traduire la marche du monde végétal et de saisir la signification de l'espèce. Les organismes végétaux simples et primitifs ou ceux qui, demeurés extensibles, sont susceptibles de se modifier ont donné lieu au phénomène de la variation morphologique, et ce phénomène, s'exerçant à travers les âges, sous l'influence des changements de milieu, a produit toutes les nuances différentielles que l'hérédité et l'adaptation sont venues fixer chez les individus. L'espèce n'est donc qu'une résultante soit passagère, soit définitive, ou encore elle est une résultante « actuelle » de tous ces mouvements combinés. L'espèce par elle-même

1. *La Flore des tufs quaternaires en Provence*, par le comte G. de Saporta, p. 15, fig. 7 (extr. des *Comptes rendus de la 33e session du Congrès scientif. de France*, Aix, 1867).

revêt ainsi un double caractère, puisque tantôt elle représente simplement un des termes partiels d'une série d'états successifs, reliés entre eux par des intermédiaires ; elle sert alors de passage et n'est autre qu'un des chaînons d'une suite plus ou moins longue d'enchaînements. Tantôt, au contraire, l'espèce équivaut au point d'arrivée de l'un de ces enchaînements et, ayant réalisé tous les changements dont sa trame était susceptible, devenue à peu près inadaptive, elle ne saurait plus donner lieu qu'à des oscillations du degré le plus faible. On voit en même temps que deux circonstances principales ont contribué à la constitution de l'espèce, qu'elle soit demeurée plastique ou qu'elle ait été définitivement fixée : d'une part, la sollicitation venue du dehors, raison d'être des changements organiques, et, de l'autre, l'influence de la localisation qui, soumettant des individus sortis d'un ancêtre commun et plus ou moins semblables entre eux à des conditions déterminées, tend à les uniformiser par la permanence de ces conditions subies en commun. C'est cette action si complexe et si décisive que nous essayerons de préciser dans un dernier chapitre.

CHAPITRE IX

INFLUENCE DES MILIEUX — CONSÉQUENCES DU REFROIDISSEMENT POLAIRE. — LES MIGRATIONS ET LES LOCALISATIONS

Si, depuis qu'il existe des plantes terrestres, le globe avait toujours conservé le même aspect physique et la même température, sensiblement égale de l'équateur au pôle, le règne végétal aurait peu changé ou, plutôt, il n'aurait donné naissance qu'à des variations locales et partielles, provenant de ce que l'uniformité n'aurait jamais été assez complète pour ne pas laisser se produire des diversités de stations, diversités que les époques primitives ont elles-mêmes comportées. Mais en dehors de cette diversité nécessaire du milieu ambiant, que le contraste entre l'habitat aérien et l'habitat aquatique a accentuée dès l'origine, nous savons qu'il a existé des changements qui n'ont cessé de se prononcer à travers les siècles et qui ont tenu, s'il faut les résumer, à trois causes principales : 1° la distribution géographique du sol émergé ; 2° le relief de la surface, 3° enfin l'abaissement de la température et les oscillations climatériques.

Ce sont là les moteurs et les agents de toutes les différenciations morphologiques des plantes. C'est pour s'adapter aux accidents innombrables que ces trois ordres de phénomènes ont fait naître que les végétaux, et parmi eux les Phanérogames, se sont diversifiés à l'infini, et ces trois ordres, remarquons-le, au lieu d'opérer isolément, se sont presque toujours trouvés dans une dépendance mutuelle plus ou moins étroite.

La distribution géographique s'est combinée avec l'orographie

et les oscillations du climat avec l'une et l'autre ; enfin l'abaissement tardif et général de la température est venu à un moment donné s'ajouter, comme une cause active et permanente, siégeant aux pôles, pour se propager dans la direction de l'équateur. Du reste, la même impulsion, qui provoque les variations morphologiques, entraîne aussi le cantonnement des plantes plus ou moins modifiées, après avoir favorisé soit leur extension, soit leur migration. Les circonstances auxquelles leur mutabilité était due sont justement celles au moyen desquelles se réalise la fixité au moins relative de leurs caractères. Tous ces phénomènes sont donc à la fois cause et effet, vis-à-vis les uns des autres, et les résultats, héréditairement consolidés, relèvent du même principe d'où l'ébranlement était provenu.

La connexion et la disjonction des étendues continentales, en un mot tout ce qui tient à la configuration du sol émergé, n'a cessé de varier dès l'origine, mais toujours après des intervalles plus ou moins prolongés de stabilité et de repos. C'est là, on en conviendra, une cause efficace d'extension géographique et partant de variabilité, d'une part, de cantonnement et par suite de fixité des formes végétales, d'autre part. Dans un des cas, celles-ci voyaient l'espace s'élargir devant elles, disposé à les recevoir et les entraînant vers des stations nouvelles. Dans l'autre cas, les limites opposées soit par des mers, pour les îles, soit par des montagnes, des déserts et d'autres obstacles matériels, au milieu des continents, en parquant les formes végétales dans un périmètre déterminé et les soumettant à des conditions uniformes de sol et de climat, ont dû produire l'affermissement héréditaire des caractères acquis en commun. Tant que l'état géographique n'a pas changé et que le climat n'a pas été modifié sensiblement, les plantes adaptées à cet état et soumises à ce climat n'ont pas changé non plus, et lorsque, comme il arrive dans des régions insulaires, les plantes se sont trouvées confinées à l'écart, protégées contre la concurrence et l'invasion d'espèces plus robustes venant d'ailleurs, la même association a pu persister sans autres variations appréciables que celles qui relèvent d'une cause tout à fait générale, comme peuvent être l'abaissement de la température du globe ou l'établissement de courants marins et atmosphériques auparavant inconnus.

L'orographie venant à varier, toutes choses égales d'ailleurs,

suffit à elle seule pour entraîner des changements soit dans le mode d'association, soit dans la morphologie des espèces. Non seulement, les masses montagneuses constituent ce qu'on a nommé des centres de création, et qu'il serait plus juste de désigner du terme de « centres de cantonnement »; mais elles offrent encore un lieu de refuge pour toutes les plantes sorties de la région inférieure et gravissant les pentes pour s'y adapter à de nouvelles conditions d'existence, pour toutes les plantes aussi arrivées du nord ou s'avançant de proche en proche et passant d'une chaîne à l'autre. Les plantes ainsi émigrées rencontreront même sous un ciel austral un climat pareil à celui de leur pays d'origine, à la faveur de l'altitude.

De semblables effets sont de tous les temps et de tous les pays. Partout où des régions montagneuses se sont établies, soit qu'elles aient surgi plus ou moins rapidement, soit que leur relief se soit accentué peu à peu, soit que, d'abord isolées, elles aient été mises en communication avec d'autres chaînes, ou qu'enfin leur direction nord-sud les ait constituées comme autant de ponts naturels mettant en relation des pays situés sous des latitudes très diverses, elles ont constamment donné asile à des plantes associées, soumises à des conditions d'existence assez particulières et assez uniformes pour revêtir à la longue des caractères contrastant avec ceux qui distinguent les plantes même congénères des plaines inférieures. Etendons à toute une contrée, à toute une réunion de vallées et de versants, de plaines et de hauteurs, cet ensemble de conditions de température moyenne et d'ordonnance des saisons qui constituent le climat d'un périmètre géographique quelconque et nous obtiendrons l'exacte définition de ce qu'en botanique on nomme une aire d'habitation, soit qu'on entende par ce terme l'espace occupé par un seul type, ou bien que l'on s'attache de préférence à l'emplacement réservé à une collection d'espèces combinées dans un ordre déterminé. Il se trouve alors que cette collection, à moins qu'il ne s'agisse d'un pêle-mêle trivial, se montre d'autant plus compacte et nettement définie que l'on se tient plus au centre de l'espace régional où elle s'est originairement constituée, tandis qu'elle devient diffuse et variable vers les frontières de ce périmètre, par suite de la pénétration réciproque, à peu près inévitable, d'autres associations juxtaposées de même nature.

Ces ensembles partiels, simultanés ou successifs, qu'ils soient demeurés tels qu'ils étaient en se localisant pour la première fois ou qu'ils se composent, ce qui arrive le plus souvent, d'épaves ou d'éléments d'emprunt détachés d'autres associations diversement combinées entre elles, ces ensembles ont eu pourtant chacun à un moment donné leur raison d'être tirée de la présence de certaines conditions extérieures, relatives soit au sol, soit au climat, soit à l'exposition. L'action de ces influences n'a pu que s'accroître par l'isolement, ainsi que par la durée des phénomènes générateurs, jusqu'à imprimer à des collections entières de végétaux un cachet exclusif et général ; de même que les révolutions, en se succédant et se superposant, au moyen des emprunts qu'elles réalisent, des résidus qu'elles laissent et des vides qu'elles occasionnent, ont toujours fini par effacer, au moins partiellement, les résultats antérieurs, mais pour en produire de nouveaux.

Ce n'est pas tout, et à l'intérieur même des circonscriptions végétales dépendant de la distribution, variable selon les temps, du sol émergé, influencé par l'orographie et le climat, il existe encore pour les plantes des causes secondaires de différenciation qui n'ont été ni moins actives ni moins fécondes que celles dont nous venons de parler. Ces causes, d'une intensité inégale, mais destinées à toujours reparaître, dépendent de la « station », c'est-à-dire du milieu local, créé par les accidents du sol dans ce qu'ils ont de limité à un plus étroit espace. La nature physique du terrain, son exposition au sud ou au nord, abritée ou découverte, l'abondance ou la rareté, l'absence ou la permanence de l'eau, telles sont les principales de ces conditions de détail qui ont suffi pourtant de tout temps pour motiver la présence d'espèces plus particulièrement adaptées à chacune de ces circonstances et presque toujours d'une façon si étroite qu'elles ne sauraient survivre à leur disparition, à moins que par l'effet d'une adaptation d'une nature spéciale, il ne s'agisse d'une plante devenue elle-même cosmopolite. L'influence de la station, en entraînant une localisation et un fractionnement des formes végétales d'un pays, distribuées en un certain nombre d'associations partielles, adaptées aux accidents que nous venons d'énumérer, a contribué largement à la différenciation croissante du monde des plantes. Cette influence est de tous les temps et cependant il semble que

l'égalité originaire de la température et l'uniformité primitive de la surface terrestre soient un indice de la nullité presque complète de son action au début. Cette nullité aurait fait place à une importance toujours croissante, à mesure que le climat se diversifiait dans le sens de l'altitude et de la latitude et que les accidents du sol, en se multipliant, multipliaient aussi les divergences purement locales, autrement dit les stations et les expositions. — Ainsi, les deux phénomènes, l'un matériel et extérieur, l'autre purement organique, auraient marché d'un pas égal et la surface terrestre aurait possédé une végétation d'autant plus variée qu'elle présentait elle-même plus de diversité.

Les enseignements retirés de l'examen des plantes fossiles tendent à confirmer les données précédentes. — Pendant toute la durée des temps jurassiques, la flore européenne a très peu changé. Sauf d'imperceptibles variations, ce sont toujours les mêmes formes que l'on aperçoit d'un bout à l'autre de la période. De plus, on a constaté depuis longtemps une répétition ou, comme l'on dit, une récurrence de certaines associations végétales déterminées, qui reparaissent à plusieurs niveaux successifs, comme si le temps, après avoir mis de côté une collection d'espèces, prenait soin de la ramener combinée dans les mêmes proportions, mais faiblement modifiée. Il existe en outre une sorte d'alternance entre deux de ces ensembles récurrents, comme si l'un d'eux cédant la place à l'autre ne s'était effacé devant lui que pour le remplacer à son tour et être plus tard éliminé de nouveau par son antagoniste. Pourtant ce ne sont pas là des indices de substitutions absolues ni de révolutions générales, comme on a affecté parfois de le croire. Ce sont plutôt des signes de l'existence de deux associations distinctes, dues à la station et se montrant tour à tour selon la nature du gisement d'où proviennent les plantes que l'on examine. La composition de la roche fossilifère laisse bien entrevoir le vrai sens du phénomène. Tantôt effectivement ce sont des calcaires, ou des grès, c'est-à-dire des sédiments d'apport, entraînés de loin et résultant de l'action des courants, tantôt ce sont des schistes minces et marneux ou des feuillets charbonneux, déposés dans des bas-fonds et par des eaux tranquilles. Dès lors, tout s'explique et, dans l'un des cas, nous aurons des végétaux

indigènes des terrains accidentés et des cantons forestiers; dans l'autre cas, ce seront des plantes amies du bord des eaux calmes, fréquentant les localités basses et marécageuses. C'est bien ce que l'on remarque en interrogeant la flore fossile des divers étages jurassiques.

Que l'on se place dans le rhétien de Franconie ou de Scanie, que l'on interroge l'oolithe de Scarborough, ou que l'on s'attache au Wéaldien, la flore des schistes et des lits charbonneux reste à peu près la même; ce sont des Fougères à frondes larges, à nervures ramifiées en réseau (*Clathropteris*, *Dictyophyllum*, *Thaumatopteris*, *Sagenopteris*), ou délicates et finement découpées (*Sphenopteris*, *Cladophlebis*, *Coniopteris*, *Laccopteris*, etc.); ce sont des *Nilssonia*, *Anomozamites*, *Podozamites*, *Pterophyllum*, parmi les Cycadées. Ce sont encore des *Baiera* et *Salisburia*, parmi les Acicularіées; des *Schizolepis*, *Palyssia*, *Swedenborgia*, etc., appartenant à des Taxodiées; c'est enfin le type demeuré indéterminé des *Spirangium*.

L'autre association, celle des stations relativement sèches et accidentées, présente un contraste complet avec la précédente. Les types qui affluaient dans celle-ci s'éclipsent ou deviennent exceptionnels; ils se trouvent remplacés par des Fougères maigres ou coriaces (*Thinnfeldia*, *Ctenopteris*, *Scleropteris*, *Stachypteris*, *Lomatopteris*, *Cycadopteris*, etc.), se rapportant à des genres inconnus dans l'autre catégorie de gisement. Les Cycadées sont plus particulièrement des *Cycadites*, *Zamites*, *Otozamites*, *Sphenozamites*. Les Salisburiées sont absentes, mais par contre les *Brachyphyllum*, les *Pachyphyllum* et les Cupressinées (*Widdringtonites*, *Palæocyparis*) abondent, tandis que les Taxodinées sont rares. En un mot, le contraste est complet et il se maintient à mesure que l'on s'avance vers un horizon plus récent et que, de l'infralias de Mende et de la Moselle (Hettange) on passe à l'oolithe inférieur d'Etrochey et de ce dernier niveau à celui du corallien de la Meuse ou de la Côte-d'Or, pour arriver au kimméridien de Cirin, d'Armaille et de Solenhofen.

La constance du phénomène est ici un sûr garant de la réalité de l'interprétation que nous en faisons et elle nous confirme en même temps dans la pensée exprimée plus haut que c'est à la longue seulement, et dans la mesure même de la diversification

croissante de la surface, que les associations locales se sont multipliées, en même temps que le nombre des stations auxquelles elles ont été adaptées. La flore et les accidents du sol ont tendu à se spécialiser de plus en plus en s'écartant graduellement de l'uniformité originaire.

Ainsi, on distingue clairement, au sein de la flore jurassique deux associations principales juxtaposées. Plus tard et à mesure qu'on s'avance vers le tertiaire, on est bien forcé d'en concevoir beaucoup d'autres, basées sur les adaptations de plus en plus variées auxquelles les Angiospermes donnent lieu à la surface du globe, en se localisant à l'aide de stations de plus en plus diversifiées. C'est encore une des applications les mieux caractérisées du principe si fécond de la division du travail organique. Les Angiospermes, plus souples et se prêtant mieux à des dédoublements successifs que leurs devanciers, ont dû, par cela même, donner naissance à des adaptations d'autant plus nombreuses qu'elles se traduisent en définitive par des nuances morphologiques plus délicates.

Si jamais l'immobilité relative a été l'apanage de la végétation du globe, c'est bien dans le cours entier de l'époque jurassique et en Europe en particulier qu'il est permis de la constater. Nous venons de signaler la présence de deux associations distinctes juxtaposées, ajoutons-y une troisième dont nous ne saisissons les traces qu'à partir de l'infracrétacé seulement, mais qui devait exister auparavant, celle des forêts montagneuses, formée d'Abiétinées et d'Araucariées, associées à des Fougères arborescentes du type des Dicksoniées. Nous ne saurions au total imaginer rien de plus monotone, de plus relativement pauvre que cet ensemble au sein duquel un certain nombre de types peu extensibles répétaient sans trêve les mêmes aspects : des Fougères assez peu variées, des Cycadées de taille médiocre, des Salisburiées exclusivement limitées au voisinage des eaux, enfin des Conifères, et c'est tout; parmi celles-ci, les unes et surtout les Taxodinées habitaient les lieux humides, les autres constituaient de vastes forêts et s'élevaient plus ou moins haut; les *Brachyphyllum* et *Pachyphyllum* occupaient les stations sèches et mouvementées, les Cupressinées se mêlaient à ceux-ci; finalement les pins, les sapins et les cèdres peuplaient les plus hautes cimes; telle est, résumée en deux mots, la trame du tapis

végétal des temps jurassiques. Cette flore persiste toujours la même, avec des variations et des oscillations secondaires, jusqu'au moment de l'invasion des types angiospermiques. La mer change de place à plusieurs reprises; les terres de l'archipel européen primitif se soudent entre elles; l'espace continental s'agrandit, mais la végétation se maintient dans son uniformité jusqu'au delà de la période et l'on n'aperçoit de progrès bien sensible vers un nouvel état de choses, ni dans le néocomien ou l'urgonien, ni même dans le gault. Il faut s'avancer au delà et toucher au cénomanien avant de le voir se prononcer. Dans cette suite de myriades d'années, partant du rhétien pour aboutir à l'infracrétacé, aucune circonstance géographique ni climatérique ne s'était évidemment produite, qui fût de nature à provoquer un renouvellement de la flore; mais aussi l'énergie et la portée du mouvement novateur, coïncidant avec le cénomanien, se trouvent en raison directe et inverse de la longue durée du temps de repos. — Remarquons-le d'ailleurs d'une façon générale, si l'extension du sol continental favorise la marche et provoque l'émigration des types jeunes et plastiques, les types âgés, en possession du sol d'une région et que rien ne sollicite à sortir du périmètre de leur habitation, opposent leur masse à l'invasion venue du dehors. La forêt abandonnée à elle-même se défend; elle peut rester longtemps impénétrable aux nouveaux arrivants, surtout lorsqu'aucun agent perturbateur, comme l'homme, ne vient précipiter la perte des types vieillis, en détruisant des végétaux qui, une fois abattus, ne sauraient reprendre possesion des points d'où ils ont été chassés. A défaut de l'homme, des révolutions phytiques très accentuées, émersions ou immersions, terres séparées mises en communication, abaissements climatériques très marqués, peuvent seuls ouvrir à des végétaux envahisseurs la barrière et leur frayer le chemin. Le déclin rapide des types antérieurs devient alors la raison d'être de la substitution qui s'accomplit et qui peut, une fois inaugurée, aboutir à de rapides changements.

Il faut croire que, durant le cours de la période jurassique, il ne se produisit rien de pareil; que le climat, l'espace continental et l'orographie ne subirent pas de révolutions bien significatives, enfin que le refroidissement polaire ne s'était pas manifesté ou

n'avait pas fait des progrès assez sensibles pour motiver une rénovation des formes du règne végétal. Les occasions manquèrent ou ne furent pas assez décisives; de là l'immobilité du règne et sa persistance à comprendre toujours les mêmes éléments. Il n'en fut pas ainsi dans la période suivante et nous croyons que, d'une façon plausible, bien que conjecturale, les causes prochaines de la révolution qui s'opéra peuvent être déterminées.

Cette révolution, nous voulons parler de celle qui entraîna l'extension et la diffusion des Angiospermes, plus spécialement des Dicotylées, se réalisa simultanément dans les deux hémisphères, au centre de l'Amérique nord, comme au cœur même de l'Europe et aussi dans le Groënland. C'est là une première donnée indiquant que le phénomène eut lieu sous l'influence et par l'intermédiaire de la région arctique et qu'il coïncida, soit avec un abaissement climatérique, soit avec des connexions continentales en rapport avec la marche que suivirent alors les Angiospermes en pénétrant partout et s'étendant plus loin vers le sud qu'elles ne l'avaient encore fait, au sortir de la région mère d'où elles provenaient pour en rayonner dans plusieurs directions.

L'absence même de ces Angiospermes, soit dans la Sibérie orientale, soit dans le Spitzberg et le Groënland, dans les âges immédiatement antérieurs au cénomanien, tend à prouver également que ces plantes n'ont pas eu leur premier berceau dans l'extrême nord, mais qu'elles s'y sont répandues à peu près en même temps qu'en Europe et en Amérique. Il semblerait donc qu'à ce moment, les Dicotylées fussent venues d'une région intermédiaire à ces trois points et ayant des connexions avec ceux-ci, de manière à communiquer par eux avec tous les autres. Il est remarquable d'avoir à constater que la date de cette diffusion concorde justement avec celle à laquelle se rapportent les premiers indices assurés du refroidissement des régions polaires et de la différenciation des climats dans le sens des latitudes. Ainsi, connexions continentales avec une terre située de manière à favoriser l'immigration en Europe, au Groënland et en Amérique des Angiospermes primitives, peut-être propagées au sud de leur pays natal à la faveur de chaînes de montagnes facilitant leur extension, et abaissement de la température dans le sens des latitudes, manifesté pour la première fois d'une manière

sensible aux environs du pôle, tels seraient en résumé les caractères principaux qui expliquent pour nous les débuts et constituent la raison d'être de cette évolution, la plus considérable dont le règne végétal ait jamais donné l'exemple. Si nos présomptions sont vraies, à l'extension continentale qui inaugura la période infracrétacée, extension à laquelle rien de ce qui avait eu lieu jusque-là ne saurait être comparé, seraient venues se joindre la présence et l'influence de puissantes régions montagneuses dont le rôle important ne saurait être contesté, que l'on considère l'Amérique lors du Dakota-group, ou que l'on se transporte en Europe sur le pourtour du golfe néocomien de Paris, en Saxe ou en Bohême. L'abaissement de température, accusé pour la première fois dans la zone circumpolaire et se propageant de là vers le Sud, ajouterait un trait de plus à cette accumulation de circonstances, et la cause impulsive du phénomène égalerait en énergie les effets qu'elle aurait produits.

A lui seul, le refroidissement polaire devenu définitif et ne cessant dès lors de faire des progrès, à dater de cette ère inaugurale, constitue un fait capital d'où relèvent tous les changements généraux éprouvés par la végétation de la zone tempérée actuelle dans les âges qui suivirent. L'apparition des Dicotylées, de même que leur extension subite, ont été dues à un concours de circonstances combinées avec les premiers effets sensibles de ce même abaissement.

Le refroidissement polaire ne doit pas être considéré seulement en lui-même, mais dans les conséquences qu'il a nécessairement entraînées. Ses effets n'ont pas été restreints à la partie du globe qui en fut le théâtre immédiat; ils se sont étendus de proche en proche; bien plus, ils se sont fait sentir au loin; enfin, ils se sont combinés avec ceux qui résultent naturellement de la répartition géographique du sol et de son relief, pour en accentuer la portée.

Sous l'influence du refroidissement polaire et des progrès de ce refroidissement, il s'est créé des courants atmosphériques et marins, auparavant inconnus ou trop faibles pour avoir une action bien marquée, mais qui sont devenus plus tard les agents les plus actifs des particularités de climat propres à chaque région du globe. Les différences entre les îles et les continents, entre les plateaux et les plaines inférieures, entre

les pays soumis à des vents secs ou chargés d'humidité, entre les massifs alpins et les vallées abritées ou les plages océaniques, sont allées ainsi en s'accentuant toujours davantage et cette considération suffit à elle seule, si l'on observe à combien de reprises la disposition relative des terres et des mers a changé à la surface du globe et spécialement en Europe. Les modifications de la flore sont en raison directe de ces changements géodésiques et orographiques; elles en sont la conséquence forcée, de même que l'abaissement de la température, les variations du climat et les mouvements oscillatoires du sol expliquent l'élimination et l'introduction corrélatives d'une foule d'espèces destinées à périr ou à s'étendre, dès que les conditions régulatrices de leur existence cessent de se maintenir.

Il nous serait impossible d'insister à la fois sur tous ces phénomènes, de les définir un à un et de donner des exemples de nature à les faire ressortir. Ce serait se perdre dans un labyrinthe de détails sans fin, presque toujours étroitement enchaînés, puisque les faits dont nous parlerions sortiraient d'un enchevêtrement de causes principales ou secondaires, réagissant l'une sur l'autre et dont la flore de chaque temps et de chaque pays n'est, en résumé, qu'une dernière résultante.

Mais, avant de terminer le chapitre et l'ouvrage lui-même, nous voulons insister en quelques mots sur le phénomène des émigrations d'espèces et de types venus des alentours du pôle et se déplaçant du nord au sud pour pénétrer sur divers points de la zone tempérée boréale. Ces immigrations, réalisées à plusieurs reprises et le plus souvent dans plusieurs directions simultanées et rayonnantes, dépendent en principe du refroidissement des régions circumpolaires, graduellement accentué à travers les siècles et les périodes. Ce refroidissement, on le conçoit sans peine, ouvrait à une foule de plantes, préalablement adaptées au climat de leur berceau d'origine, l'accès des régions attenantes plus méridionales, atteintes, elles aussi, par les suites de l'abaissement calorique et présentant dès lors des conditions de climat sensiblement pareilles à celles dont la zone arctique se trouvait de jour en jour destituée.

Les faits qui se rapportent à ce rayonnement des espèces polaires sont aussi évidents que multipliés. Ils ressortent surtout des travaux importants de M. Heer sur la flore arctique, décrite

d'après des documents recueillis dans l'extrême nord par d'intrépides explorateurs. Ils rendent compte si clairement et des épaves de l'ancienne flore arctique, encore disséminées çà et là, et de la distribution géographique des plantes de notre zone à travers les deux continents, et du phénomène si connu des genres à espèces disjointes, séparées par de larges espaces intermédiaires dans le sens des longitudes, qu'il n'est aucunement besoin d'invoquer d'autres preuves à l'appui de cette théorie des migrations polaires envoyant des colonies qui s'avançaient, au sud, vers des terres plus hospitalières, à mesure que le froid, gagnant au nord en intensité, étendait graduellement son domaine.

Une seule condition était nécessaire pour que le phénomène se réalisât, condition matérielle tenant à la distribution géographique des terres et qui semble avoir été l'apanage exclusif du pôle arctique. A défaut d'une calotte continue, excluant les mers du périmètre des pôles, de manière à souder entre elles les extrémités boréales des trois continents, il fallait au moins que, tout autour d'un bassin central, les contrées polaires fussent disposées circulairement, soit en archipels discontinus, soit en une ceinture annulaire; que ces contrées fussent peuplées de végétaux uniformes et qu'en arrière elles se trouvassent en connexion directe avec les continents qui, malgré bien des variations, se sont toujours partagé la zone tempérée boréale. C'est à dessein que nous mentionnons ici l'hémisphère boréal à l'exclusion de l'autre. Effectivement, ces conditions, essentiellement favorables à l'émigration des plantes, ne se retrouvent pas au pôle antarctique et n'y ont probablement jamais existé.

On sait que les extrémités australes des trois principales masses continentales s'atténuent en pointe et se terminent au sein de l'océan sans limite qui occupe la plus grande partie de l'hémisphère austral. La plus avancée de ces pointes est celle qui, par la Patagonie et la Terre de Feu, atteint à peine le 55e degré; le cap africain s'arrête avant le 35e degré et les îles de l'Australie un peu après le 45e degré de latitude. Dans tout l'espace qui s'étend au delà, il n'existe aucune région assez importante pour avoir servi de lieu de refuge à des plantes émigrées des abords immédiats du pôle antarctique. Si le continent polaire austral a possédé originairement une flore spé-

ciale, celle-ci, selon toute prévision, a dû périr tout entière, au lieu d'aller, comme dans le nord, combler les vides, à mesure qu'il s'en manifestait dans le large périmètre des continents qui de tout temps ont existé au delà du tropique du Cancer.

Vainement objecterait-on qu'il a pu en être autrement dans des temps antérieurs au nôtre. La géologie, selon un de ses interprètes les plus autorisés, M. A. de Lapparent [1], nous a appris effectivement que « le plan des masses continentales était partout de très ancienne date et que, généralement, la terre ferme s'était constituée par des adjonctions successives de couches sédimentaires autour de noyaux cristallins primitivement émergés »; et le même auteur ajoute que « très rarement la régularité de cet accroissement a été interrompue par de grands changements survenus dans le domaine réciproque de la terre et des eaux ». Nous savons à n'en pas douter, à l'aide des fossiles et par l'étude même des terrains explorés sur une foule de points, qu'il en a été ainsi au pôle arctique, et qu'à partir des âges les plus reculés jusqu'au milieu du tertiaire, la mer, plus ou moins restreinte ou étendue, n'a cessé d'occuper les alentours immédiats de ce pôle; nous savons aussi que cette mer a toujours compris des régions insulaires ou continentales, couvertes de végétation, plus ou moins vastes selon les temps, mais dont l'importance relative est le plus souvent attestée par la puissance des dépôts d'eau douce, aussi bien que par la richesse des essences forestières, qui dénotent la présence de grandes contrées, sillonnées par des cours d'eau, parsemées de lacs et dominées par des massifs montagneux dont il n'est pas impossible de reconstituer les bois.

Bien plus, cette disposition des terres arctiques autour d'une mer intérieure, ce groupement de trois masses continentales dans les limites de la zone tempérée boréale, de même que leur terminaison en pointe vers le sud et l'opposition présentée par le pôle antarctique dont l'ordonnance géodésique est l'inverse de celle de l'autre pôle, tous ces traits et ceux qui en découlent naturellement, comme l'importance à peu près exclusive de l'hémisphère boréal à propos de l'origine et de la marche évo-

1. Voy. *Traité de géologie*, par A. de Lapparent. Paris, F. Savy, 1883, p. 1248.

lutive des végétaux, s'accordent merveilleusement avec l'hypothèse de la structure tétraédrique du globe terrestre, due à M. Lowthian Green et exposée dernièrement par M. A de Lapparent [1], qui a eu soin d'en faire ressortir la vraisemblance au point de vue des coïncidences géographiques.

D'après ce système, le sphéroïde terrestre ou plutôt l'écorce solide de ce sphéroïde, en se contractant et par un effet de cette contraction, aurait pris naturellement une forme tétraédrique; une des pointes de ce tétraèdre aboutirait au pôle antarctique, tandis que l'une de ses faces coïnciderait avec le pôle arctique. Les trois autres pointes du tétraèdre répondraient à la saillie principale des trois continents septentrionaux et les trois autres faces aux dépressions occupées par les océans Pacifique, Atlantique et Indien, qui, s'élargissant vers le sud, entourent d'une mer sans limites la protubérance continentale qui se fait jour au pôle antarctique. Le pôle arctique au contraire est le centre, et l'a probablement toujours été, d'une dépression maritime. Que le système tétraédrique soit réel ou seulement hypothétique, il est certain cependant que les choses se sont passées autrefois comme s'il était l'expression de la vérité. Lorsque le refroidissement polaire se manifeste pour la première fois à des signes non équivoques, vers la fin de la période infracrétacée, il existait sûrement une mer arctique et cette mer était parsemée de grandes terres, ayant des attenances avec les régions plus méridionales et se trouvant conformées de manière à leur envoyer des espèces, soit directement et de proche en proche, soit par l'intermédiaire de chaînes de montagnes partant de l'extrême nord pour s'avancer plus ou moins vers le sud.

Le phénomène une fois inauguré ne s'est plus arrêté. Il a dû croître en intensité, en raison des progrès du froid; mais il a dû surtout se renouveler en donnant lieu à des émissions successives de types émigrés du pôle. Les plus anciens exemples de migrations de types originairement polaires, venus plus tard en Europe, concernent les *Sequoia* (*S. Reichenbachi* Gein., *ambigua* Hr., *rigida* Hr., *gracilis* Hr.), les *Cyparissidium* (*C. gracile* Hr.) et les *Abies* (*P. Eirikiana* Hr.). On retrouve les deux premiers types dans la craie supérieure d'Europe; le dernier a dû

1. *Traité de Géologie*, précité, p. 1243 et suiv.; — *Système tétraédrique.*

se propager par l'intermédiaire des chaînes de montagnes. On ne le découvre pas en Europe avant le pliocène inférieur. Ces trois types se montrent dans la craie urgonienne de l'étage de Kome, au Groënland.

Dans la craie supérieure, probablement cénomanienne, d'Atané (Groënland), on observe plusieurs types des plus saillants qui depuis ont certainement cheminé vers le sud. L'un est celui du *Cycas revoluta* Thb., représenté de nos jours au Japon et plus loin dans les îles de l'Asie tropicale. L'autre est le type des peupliers « coriaces » (*P. Bergreni* Hr., *P. hyperborea* Hr., *P. Stygia* Hr.) qui joue un rôle considérable dans l'Europe miocène, surtout à Œningen (*P. mutabilis* Hr.) et qui, maintenant encore, se maintient en Algérie, en Syrie, en Mésopotamie et en Soongarie. Un troisième type, celui du platane (*P. Heerii* Lesq., *P. affinis* Lesq.) était dès lors commun à l'Amérique du Dakota-group et au Groënland. On ne le rencontre en Europe que beaucoup plus tard, d'abord à Ménat en Auvergne, où il existait une forme curieuse et certainement éteinte de platane, puis dans tout le miocène supérieur que caractérise le *Platanus aceroides* espèce certainement venue du nord et homologue du platane américain actuel. Le *Platanus Heerii* crétacé est lui-même un prototype de celui-ci.

Enfin, un quatrième type venu des alentours du pôle et commun dès le temps de la craie cénomanienne au Groënland et à l'Amérique du Nord, c'est celui du tulipier (*Liriodendron Meckii* Hr.); à ce dernier succède plus tard le *L. islandicum* Hr., qui précède de peu l'arrivée en Europe du *L. Procaccinii* Ung., qui eut lieu au cours du miocène, mais dont l'extension date du miocène récent et du pliocène inférieur. Le tulipier du pliocène d'Europe est une espèce sœur de celle d'Amérique qui, plus favorisée que son homologue, habite encore les Etats-Unis. Telle est la marche très facile à saisir du type des *Liriodendron*; d'autres, comme les *Glyptostrobus* et *Torreya*, le *Ginkgo*, le *Liquidambar*, les hêtres et les châtaigniers, les noisetiers, les sassafras et les tilleuls, ont également leur berceau originaire dans l'extrême nord, d'où ces types sont venus ensuite, en divers temps, pour s'introduire soit en Europe, soit en Asie, soit en Amérique, représentés sur plusieurs points à la fois par des espèces homologues, dont les unes ont péri et dont les autres,

séparées par de grands espaces géographiques attestent encore la nature du phénomène qui a jadis présidé à leur distribution.

M. Nathorst rapporte à la même cause et non sans raison l'origine des Palmiers-Sabals, maintenant limités à la région des Antilles et au sud des Etats-Unis, mais que l'Europe a longtemps possédés. Il suppose que ce type, dont le rôle a été considérable dans les deux continents, à partir de l'éocène, a dû avoir son point de départ dans un prolongement sud du continent arctique dont le Groënland tertiaire faisait partie et que ce prolongement s'étendait jusqu'à la hauteur de l'Irlande, c'est-à-dire sous une latitude assez méridionale pour admettre des Palmiers et en faciliter l'immigration en Amérique dans la direction de l'ouest, en Europe dans celle de l'est. Ce qui est certain c'est que le type des Sabals se montre en Amérique dans le Lignitic et, en Europe, dans les grès du Soissonnais, du Mans et de l'Anjou, sur un point géographique en relation avec la marche du type Sabal, en admettant qu'il ait dû pénétrer sur notre continent par l'ouest et le nord-ouest. Au contraire dans le midi de la France, ce n'est que plus tard, à partir de l'oligocène et tout au plus à la fin de l'éocène que les premières traces des Sabals ont pu être constatées. Le *Sabal major* Ung., est extrêmement rare dans les Gypses d'Aix où cependant un échantillon incontestable de cette espèce a été dernièrement recueilli.

Après avoir considéré le type, qui représente la réunion collective des formes détachées successivement d'une tige commune, il faut s'attacher à l'espèce, ou soit à la race particulière qui, elle aussi, a été localisée avant de revêtir certains caractères et dont on peut également suivre les migrations par voie de rayonnement, à partir de l'extrême nord. Les progrès du refroidissement n'ont pu qu'activer la marche vers le sud des types d'abord, puis des formes polaires dérivées de ces types.

A l'époque où l'on suppose que se fit l'introduction en Europe des premiers Sabals, dans le paléocène, les flores de Sézanne et de Gelinden attestent, par un nombre relativement considérable de formes communes, les attenances de l'Europe, alors très étendue en surface, avec la région arctique. Le gisement de Patoot, dans le Groënland du nord-ouest, rangé par M. Heer dans la craie récente, lié à celui d'Atané, qui est certainement

crétacé, par un grand nombre d'espèces semblables, comprend des chênes, des laurinées, des viornes, trop voisins de ceux des localités européennes mentionnées plus haut, pour ne pas être l'indice d'un courant de migration qui aurait entraîné ces formes crétacées arctiques, en favorisant leur passage dans des contrées plus méridionales que leur pays d'origine, vers le début de la période qui succéda immédiatement à la craie. C'est ainsi qu'à Patoot on observe les *Quercus Marioni*, *Johnstrupi*, *Langeana*, *denticulata* de Heer, qui répondent trait pour trait aux *Quercus palæodrys*, *parceserrata*, *diplodon* et *odontophylla* Sap., et Mar., de la flore de Gelinden. Ce sont probablement les premiers chênes des sections *Cerris* et *Lepidobalanus* qui se soient montrés, et ces chênes auraient d'abord habité l'extrême nord pour se répandre ensuite dans les bois montagneux de l'Europe paléocène, bien avant d'occuper dans la végétation de notre contrée la place, considérable, qui leur a été plus tard dévolue. Le *Cinnamomum sezannense* Wat. est à Patoot, comme à Sézanne et à Gelinden; les *Viburnum multinerve* Hr., et *attenuatum* Hr., s'écartent évidemment très peu des *Viburnum giganteum* Sap., et *vitifolium* Sap. et Mar. des localités européennes. Il y a là trop d'indices d'une liaison matérielle des deux régions pour ne pas attirer l'attention, et lorsque, de nos jours, des formes homologues de celles que nous venons de signaler s'observent justement en Amérique ou au Japon, comment ne pas admettre que cette présence est un effet de ce rayonnement des espèces polaires à travers la zone boréale tout entière, de cette pénétration de formes similaires marchant à la recherche de nouvelles stations, à mesure que la température s'abaisse et les sollicite à suivre cette voie.

Ce mouvement a été certainement retardé en Europe par les événements qui suivirent le paléocène. Notre continent fut de nouveau fractionné; la mer nummulitique le découpa obliquement, s'étendant de l'ouest à l'est, allant de la vallée du Rhône à celle du Danube et de là en Crimée. La persistance pendant tout l'éocène d'un climat chaud et relativement sec, ainsi que la prédominance des formes d'affinité africaine et austro-indienne ne furent pas de nature à favoriser l'extension des genres polaires; du moins les formes ayant cette provenance durent se cantonner dans le nord du continent ou être confinées sur le

haut des montagnes. D'ailleurs, jusqu'à présent, les types que nous avons signalés n'avaient pas encore acquis des feuilles caduques. Ce caractère qui tendit à les différencier de plus en plus des essences méridionales ne se réalisa qu'à la longue. Le temps seul, avec l'aide des modifications climatériques toujours plus accentuées dans l'extrême nord, fut le facteur qui changea graduellement en essences à feuilles caduques des types qui originairement ne perdaient leurs anciennes feuilles qu'au fur et à mesure de leur remplacement par des feuilles nouvelles. Certains genres, entre autres celui des chênes, conservent tous les passages physiologiques entre les feuilles fermes et persistantes, celles qui se maintiennent plus ou moins longtemps, et les feuilles marcessantes que flétrissent les premiers froids. Une preuve sans réplique que ce changement, dû au froid et à l'humidité réunis de la saison d'hiver, ne s'établit que graduellement et sur des points déterminés, c'est que la plupart des genres à feuilles caduques, charmes, bouleaux, aunes, ormes, érables, peupliers, etc., montrent à côté de leurs sections normales à feuilles caduques d'autres sections d'affinité méridionale, *Alnaster*, *Betulaster*, *Microptelea*, etc., dont les espèces gardent leurs feuilles plus ou moins longtemps. Ce sont justement des espèces appartenant à ces dernières sections que l'on observe en Europe à l'état fossile, avant l'époque où les formes venues du pôle eurent pris la route de notre zone tempérée boréale pour s'y établir à leur tour, se substituer à leurs devancières et les refouler plus loin vers le sud, où on les rencontre encore de nos jours.

C'est dans l'intervalle qui sépare l'oligocène proprement dit du miocène falunien, après le retrait de la mer tongrienne et avant l'invasion de celle de la mollasse, au niveau de ce que l'on nomme l'aquitanien, période pendant laquelle l'Europe, déjà plus froide, était parsemée de grands lacs et favorablement disposée pour des dépôts charbonneux, que se produisit en Europe une nouvelle émission d'espèces venues du nord; elles s'avancèrent à travers le continent sans rencontrer d'obstacle dans leur marche, puisque à ce moment aucune mer ne leur opposait de barrière.

Alors les types à feuilles caduques, dont la présence caractérise encore aujourd'hui la végétation de notre zone, commencè-

rent à se répandre pour la première fois, bien qu'ils soient encore en grande minorité par rapport à la masse demeurée prédominante des types subtropicaux, auxquels les palmiers se trouvent associés, et des types mêmes à feuilles persistantes de la zone tempérée chaude. Les aunes, les charmes, les ormes, les érables et bien d'autres arbres ou arbustes font alors leur apparition. Il ne serait pas difficile de démontrer qu'ils se multiplient partout en Europe sur cet horizon et qu'ils sont représentés par des formes similaires dans les gisements arctiques du Groënland et du Spitzberg, que M. Heer classe au niveau du miocène inférieur, mais qu'il est plus vraisemblable de rapporter à l'éocène supérieur des régions arctiques, déjà bien refroidies si on les compare à ce qu'elles étaient dans l'âge antérieur. Comme il faut bien choisir et se borner, nous prendrons seulement, parmi les types et les espèces, immigrés lors de l'aquitanien, quelques-uns des plus saillants, pour mieux faire ressortir leur allure et déterminer leur rôle.

Considérons avant tout les châtaigniers et ensuite les hêtres. La marche que nous constaterons sera toujours la même. Le genre *Dryophyllum*, si largement répandu dans l'éocène inférieur et jusque dans les grès de Belleu, supérieurs aux lignites du Soissonnais, représente bien la souche commune des Castanées et des Quercinées, par l'intermédiaire des *Cyclobalanus*. Les *Castanopsis*, qui habitent encore l'Asie méridionale, ne sont que des châtaigniers à feuilles persistantes, avec des vestiges moins effacés de structure hermaphrodite dans la fleur. De cette souche primitive, les *Castanea* sont graduellement sortis; mais où ont-ils acquis avec leurs traits spéciaux les feuilles caduques qui les distinguent? La grande dispersion, autant que le fractionnement actuel des *Castanopsis*, qui s'avancent au sud jusqu'à Sumatra et se retrouvent dans le Népaul, en Chine et en Californie, dénotent à la fois l'ancienneté du type et son extension originaire dans la zone arctique dont le *Castanopsis chrysocarpa* touche les limites vers l'Orégon et le long des rives du fleuve Columbie. Le châtaignier d'Europe, qui s'étend en Asie, au Japon et dans l'Imeritie, qui habite, d'autre part, le pourtour méditerranéen jusqu'en Tunisie, avec des stations disjointes, est bien réellement identique à celui des montagnes de la Caroline, de l'Ohio et du Maine. La disjonction de cette espèce est à elle

seule l'indice d'une très ancienne extension; mais, en Amérique, de la Floride jusqu'en Pensylvanie, on rencontre une seconde espèce, le *Castanea pumila* Mill., dont les feuilles sont plus courtes, plus obtuses, avec des nervures moins nombreuses, un pétiole moins long, des dents plus fines ou du moins pas aussi saillantes et non surmontées d'un mucron sétiforme. Or, au Groënland tertiaire, aussi bien que dans les flores de l'Alaska et de l'île Sakalin, on rencontre le *Castanea Ungeri* Hr., allié visible du *C. pumila* actuel et qui des alentours du pôle a dû émigrer plus au sud et gagner l'Amérique, où cette forme s'est maintenue jusqu'à nos jours. Son émigration date du miocène inférieur et s'est faite à cette époque en Europe, comme en

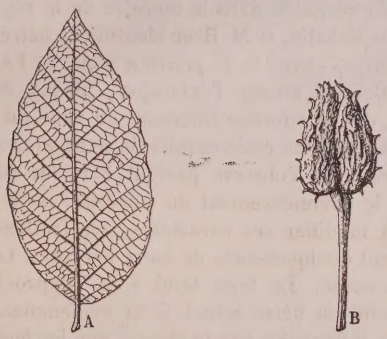

Fig. 135. — *Fagus pliocenica* Sap. — A, feuille complète. — B, involucre fructifère pédonculé, d'après des échantillons recueillis par M. Rames à Niac, dans les cinérites du Cantal. — Gr. nat.

Amérique, ainsi que le démontre la présence simultanée à Armissan, près de Narbonne, à Thaleim, dans le Bannat, à Léoben en Styrie, à Munzenberg en Wétéravie, de formes alliées de très près à ce même *Castanea Ungeri* et reproduisant comme lui le type du *C. pumila* d'Amérique. Celui-ci n'aurait donc réussi à se maintenir que sur ce dernier continent; il aurait disparu de l'autre avant la fin du tertiaire. — Mais si l'on remonte maintenant jusqu'au paléocène de Gelinden, on observe dans le *Dryophyllum Dewalquei* une forme qui pourrait bien avoir été l'ancêtre direct du *Castanea vesca* Gærtn., avec d'autant plus de raison que, dans le miocène inférieur de Ménat, en Auvergne (gisement précieux parce qu'il nous transmet

les plantes d'une région siliceuse), on rencontre un châtaignier qui semble relier le *Dryophyllum Dewalquei* au *Castanea Kubinyi* Kov., du tertiaire récent de Kremitz, en Hongrie, et celui-ci nous fait voir finalement une forme qui n'est autre que la tige directe de notre *Castanea vesca*. Ce dernier aurait donc eu pour berceau les régions montagneuses de la zone tempérée boréale et serait sorti d'une race de *Dryophyllum* graduellement modifiée, tandis que le type du *Castanea pumila*, primitivement arctique, aurait ensuite passé en Europe et en Amérique, mais il ne se serait maintenu que dans l'est de ce dernier continent.

L'étude du hêtre nous amènerait à des conclusions entièrement pareilles. — Le type du *Fagus ferruginea* Ait. se montre avec une fréquence véritable dans le tertiaire de la région arctique, ainsi qu'à l'île Sakalin, et M. Heer identifie ce hêtre, nommé par lui *Fagus Antipofi*, avec le *F. pristina* Sap., de l'Aquitanien de Manosque. Celui-ci atteste l'extension, jusque dans l'Europe méridionale, dès le miocène inférieur, du type du hêtre américain actuel. Ce type ne cesse ensuite de se répandre; son importance s'accroît. On l'observe partout à la fin du miocène et surtout vers le commencement du pliocène; mais alors aussi il commence à modifier ses caractères; ses feuilles, moins lancéolée, perdent quelques-unes de leurs nervures. Les dents sont moins prononcées. Le type tend à se rapprocher graduellement de celui du hêtre actuel. C'est évidemment à l'aide de races locales, influencées par le climat, que les feuilles du hêtre européen, devenues moins fermes et plus courtes, se dilatent en largeur et effacent peu à peu leurs denticules marginales. Les fruits du hêtre pliocène, maintenant connus, sont plus petits, plus longuement pédonculés que ceux du hêtre vivant; leurs valves involucrales sont hérissées de pointes plus raides et plus acérées. C'est le *Fagus ferox* de Ludwig.

Le noisetier fournit un enseignement analogue. Ce genre dont les vestiges abondent dans le tertiaire inférieur des régions arctiques a obtenu de bonne heure une grande extension, puisque le *Corylus Mac-Quarii* Forb. se montre à la fois, avec une fréquence remarquable, au Groënland, au Spitzberg, en Islande, sur les bords du fleuve Mackensie, et dans l'équitanien de Ménat en Auvergne. C'est bien là le type primitif de nos *Avellana* et de lui, à l'aide de modifications locales et partielles, sont descendus

le noisetier ordinaire (*Corylus avellana* L.), le noisetier d'Orient (*C. colurna*), le noisetier de Mongolie (*C. heterophylla* Fisch.), enfin les noisetiers d'Amérique (*C. rostrata* Ait. et *C. americana*

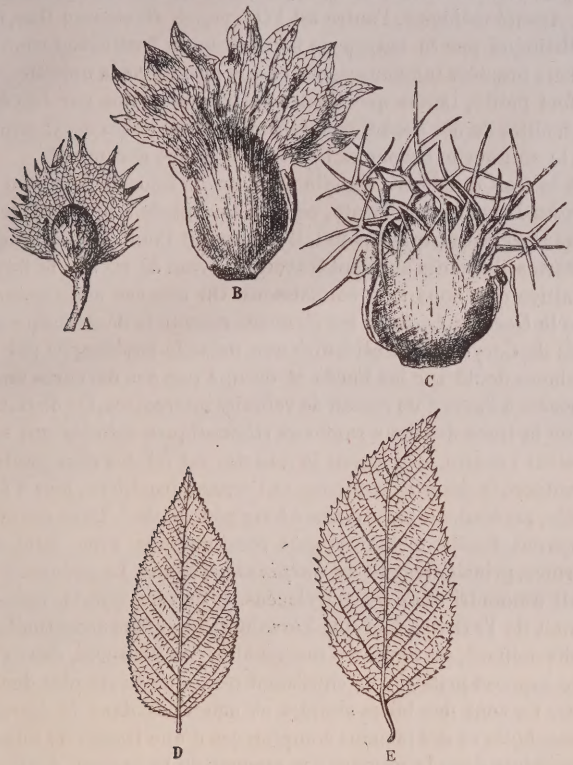

Fig. 136. — *Organes caractéristiques de Corylacées vivantes et fossiles comparés.* — A, fruit présumé du *Corylus Mac-Quarii* (*Corylus Lamottii* Sap.), du miocène inférieur de Ménat. — B, *Corylus americana* Walt., fruit revêtu de son involucre. — C, *Corylus ferox* Wall. (*Acanthochlamys*), du Népaul, fruit revêtu de son involucre, d'après des dessins communiqués par M. E. Bureau. — D, *Carpinus cuspidata* Sap., du miocène inf. de Saint-Zacharie (Var), feuille complète. — E, feuille du *Corylus ferox* montrant le passage des *Corylus* aux *Carpinus*. — A, B et C sont figurés de grandeur naturelle; D et E sont diminués de moitié.

Walt.). Originairement, les *Corylus* paraissent avoit dévié des *Carpinus* et, ce qui tend à le prouver, c'est l'existence de deux

espèces asiatiques actuelles qui opèrent une transition plus ou moins prononcée vers le dernier de ces groupes : l'une est le *Corylus ferox* Wall., du Népaul, qui constitue à lui seul la section *Acanthochlamys;* l'autre est l'*Ostryopsis Davidiana* Dne, qui se distingue par la nature de son involucre fructifère formé de de deux bractées tubuleuses, dont l'une enveloppe la noisette, qui est fort petite, tandis que l'autre se trouve rejetée sur le côté. Les feuilles de ces deux Corylacées rappellent celles des Charmes par le contour extérieur et la disposition des nervures [1].

Si le fruit de Ménat, signalé par l'un de nous sous le nom de *Corylus Lamottii* représente, comme tout porte à le croire, celui d'une Corylacée prototypique, il dénoterait l'une des étapes que ces sortes d'organes auraient traversées avant de revêtir la forme définitive que nous leur connaissons. On observe effectivement dans le *Corylus Lamottii* les éléments essentiels de structure des fruits de Corylacées, c'est-à-dire une noisette enveloppée par un involucre denté sur les bords et occupé par des nervures anastomosées à l'aide d'un réseau de veinules intercalées. On distingue même la trace des deux rameaux stigmatiques subulés qui surmontent l'ovaire. Seulement la noisette est ici des plus petites ; l'involucre la dépasse beaucoup et l'organe fructifère, loin d'être sessile, est soutenu par un assez long pédoncule [2]. Dans cet état, l'appareil fossile n'est pas sans ressemblance avec celui des charmes, principalement du *Carpinus orientalis*. Le pédoncule se serait amoindri chez les Corylacées, à mesure que la noisette prenait de l'extension et que l'involucre lui-même accentuait, en les diversifiant, ses incisures marginales. Ces incisures, dans l'organe supposé primitif, ne consistent que dans de simples dentelures. Ce sont des lobes simples et acuminés dans le *Corylus heterophylla* et des lacinies compliquées d'une frange de lobules secondaires dans la plupart des espèces de la section *Avellana*.

1. Voy. à cet égard le *Prodromus Syst. nat. regni veget.*, auct. Alph. de Candolle, XVI, sect. post., p. 129, *Corylaceæ*, *g. Corylus,* Tourn., sect. *Acanthochlamys*. Voy. en outre, Decaisne, *in Bull. soc. bot. de Fr.*, XX, p. 55, et Baillon, *Hist. des pl.*, VI, p. 224.

2. On observe ce même pédoncule chez les noisetiers actuels dont les fruits sont pédonculés, lorsqu'ils se trouvent géminés, c'est-à-dire quand il existe deux noisettes accolées sur le même support. Les noisettes solitaires sont sessiles ou n'offrent généralement qu'un très court pédoncule.

L'involucre du *Corylus ferox* se trouve hérissé de dents épineuses ramifiées (fig. 136, en C).

Il serait aisé de multiplier les exemples et de faire voir les charmes et les bouleaux suivre la même marche et se montrer aux environs du pôle avant de se répandre et de se multiplier dans l'Europe du centre et du midi. Le même phénomène est visible en ce qui touche les peupliers.

Nous avons signalé le type des peupliers coriaces (Sect. *Euphratica*) dans la craie arctique. Bien plus tard, dans le miocène, nous le retrouvons en Suisse et maintenant il se trouve relégué au sud de la Méditerrannée. Mais le type des peupliers à feuilles crénelées, représenté de nos jours par les *Populus nigra*, *ciliata*, *candicans*, *angulata*, ainsi que le type *Tremula*, ne se sont pas autrement comportés.

Il existe déjà des peupliers à feuilles crénelées dans la craie américaine du Dakota-group [1], et le *Populus primigenia* Sap., du paléocène de Sézanne, qui se rattache par l'aspect de ses feuilles aux *Populus candicans* Ait., et *laurifolia* Lebeb., atteste l'ancienneté du type en Europe. Mais ces premiers peupliers semblent avoir eu des feuilles coriaces et persistantes.

Il n'en est pas de même du *Populus Zaddachi* Hr., que M. Heer rapproche des *Populus balsamifera*, *angulata*, *monilifera* actuels et qui touche également au *Populus candicans*. C'est là certainement un vrai peuplier de la section des *Marginatæ*. Il existe au Spitzberg et au Groënland et se retrouve plus au sud dans les flores miocènes de l'île Sakalin et de l'Alaska. Dans la seconde de ces localités, il est accompagné des *Populus balsamoides*, *latior* et *glandulifera*. Des formes analogues de peupliers se montrent à la même époque dans le *Lignitic* des territoires de l'Ouest-américain. Dans l'Europe contemporaine, c'est la région de l'ambre, au bord de la Baltique, qui laisse voir ce même *Populus Zaddachi* de l'extrême nord. Enfin, toujours sur l'horizon de l'Aquitanien, Manosque, Armissan et Ménat nous révèlent la présence de formes analogues de peupliers. Partout alors, qu'ils arrivassent des contrées polaires ou qu'ils descendissent des montagnes, ces arbres commençaient à se propager au bord des lacs.

Ils croissaient en nombre et en importance, tandis que dans

1. Voy. *Ill. of. cretac. and. tert. Plants,* pl. III, fig. 1-2.

les temps immédiatement antérieurs de l'éocène supérieur et du tongrien, ils paraissent absents de tous les gîsements explorés. Dans les gypses d'Aix, les seuls vestiges de peuplier consistent en des capsules bivalves, en quelques écailles bractéales éparses, qui dénotent vraisemblablement la présence du type *euphratica*, comme si quelque peuplier de ce type, cantonné à l'écart, avait livré au mouvement des eaux de légers débris, détachés au moment de la floraison, sans que les feuilles eussent eu la facilité de suivre le même chemin.

Le peuplier d'Armissan, un des mieux connus, a les crénelures de ses feuilles visiblement glanduleuses ; le contour est largement ovale, le sommet atténué en une pointe fine. Le limbe mesure jusqu'à 15 centimètres de long, sur une largeur maximum de 12 centimètres. Cette belle espèce tient à la fois des *Populus candicans* Ait., et *ciliata* Wall. A Ménat, on rencontre un autre peuplier encore inédit, le *P. palæocandicans* Sap., dont le double lien avec le *P. candicans* actuel, d'une part, et le *P. Zaddachi* de la zone arctique, de l'autre, ne saurait être contesté.

Ce mouvement de diffusion et de développement des peupliers ne s'arrête plus en Europe, à partir de l'aquitanien. On voit alors se montrer le type *tremula*, dont la zone arctique comprend une première épreuve dans le *P. Richardsoni* de Heer. Les argiles miocènes du bassin de Marseille ont fourni en effet, à côté d'autres formes se rattachant aux types *nigra*, *candicans*, *ciliata* un véritable tremble, *P. tremulæfolia;* à Radoboj, à la même époque, c'est le *Populus heliadum* Ung. Ces espèces sont les ancêtres et les prédécesseurs des nôtres. Les liens multiples qui les rattachent aux espèces vivantes de l'Amérique du nord, la découverte de plusieurs d'entre elles, à l'état fossile, dans le miocène de l'Alaska, montrent bien que leur berceau primitif doit être placé assez avant vers le nord, dans une région attenante aux terres circumpolaires, d'où elles auraient rayonné dans plusieurs directions à la fois, en gagnant le sud. Mais dans cet exode dont les épisodes nous demeurent inconnus, les divers types de peupliers peuvent avoir été cantonnés çà là dans le sein, sur la croupe ou vers le sommet des montagnes, de manière à revêtir peu à peu des caractères spéciaux et à aboutir à un parallélisme morphologique qui expliquerait l'homologie des formes américaines et européennes ou asiatiques, sans qu'il fût

pour cela nécessaire d'admettre une communication directe entre les deux continents.

Cette solution est la plus raisonnable; elle se combine avec l'idée des migrations polaires et la complète heureusement, mais elle dispense de supposer que les espèces similaires eussent toujours acquis leurs caractères définitifs avant leur départ de la zone arctique. Il suffit que le prototype ou ancêtre commun se soit avancé en Amérique ou en Asie, d'un côté, en Europe, de l'autre, et qu'après s'être cantonné sur divers points, il ait donné naissance à des formes locales, sous l'empire de conditions sensiblement analogues, pour que l'on s'explique la présence d'espèces semblables ou très voisines, disséminées sur une vaste étendue et séparées par des intervalles géographiques considérables.

Les choses ont dû se passer ainsi en Europe et les races locales se prêter à des extensions ou à des éliminations dont nous saisissons vaguement les vestiges; tandis que, parallèlement à ces extensions et éliminations, à ces luttes entre une race favorisée qui se propage et une race ancienne qui décline pour disparaître, d'autres, demeurant cantonnées, se modifiaient graduellement dans un sens déterminé et comme par l'effet d'une résultante de toutes les circonstances de milieu étroitement combinées. — Après les peupliers du groupe *Tremula*, que la zone arctique, les argiles miocènes de Marseille et le gisement de Radoboj nous ont fait voir, après le *Populus hellenica* Sap. (*P. attenuata* Ung.), de Coumi, et le *P. leucophylla* Ung., de Freyberg en Styrie et du miocène récent de Montajone, ces prototypes des *Populus alba* et *canescens* actuels, les cinérites du Cantal nous font voir le *Populus tremula*, les tufs de Meximieux, le *P. alba*, enfin les marnes à tripoli de Ceyssac (Haute-Loire), le *P. canescens*. Ces trois espèces se trouvent donc fixées à partir du pliocène et depuis lors elles n'ont cessé de s'étendre en Europe et dans une partie de l'Asie, la première en suivant les cours d'eau et le fond des vallées, les deux autres en fréquentant de préférence les bois montagneux de l'Europe centrale. Le *Populus tremula* en particulier est moins méridional que les deux autres; il présente de nombreuses variations et se distingue par le dimorphisme de ses feuilles, celles des rejets rappelant le type cordiforme à crénelures marginales du *Po-*

pulus Zaddachi; il s'avance au delà du cercle polaire dans la direction du nord, et il est naturel d'admettre que son prototype ait pris naissance à de hautes latitudes, pour achever ensuite de se transformer dans certaines régions, en s'y localisant. Le Cantal pliocène représenterait une de ces stations mères.

Il en a été sans doute autrement de certains autres groupes qui auraient acquis dès l'origine une extension considérable, à la faveur de l'égalité primitive des conditions de climat. Ces groupes auraient compris de bonne heure des espèces polaires et des espèces soit européennes soit américaines; mais celles-ci auraient ensuite succombé ou se seraient retirées devant les progrès du refroidissement et les races arctiques seraient venues postérieurement remplacer les premières, mais à une époque où ces races différenciées avaient déjà revêtu leurs caractères actuels, désormais invariables. Dans cette hypothèse, ce serait l'espèce individuelle qui se serait avancée du nord au sud, toute formée et non pas seulement en voie de formation. Si cette marche a eu pour conséquence d'introduire l'espèce émigrante dans les deux continents, le phénomène de disjonction se présente avec toute l'intensité qu'il comporte; mais il a pu se faire aussi qu'après avoir émigré l'espèce n'ait persisté que dans une des deux régions et que dans l'autre on ne la rencontre plus qu'à l'état fossile. Les genres *Platanus*, *Sassafras*, *Liriodendron*, *Tilia* et plusieurs autres nous offrent des exemples frappants de ces diverses particularités.

Les trois premiers de ces genres ont laissé des vestiges très apparents de leur présence dans un âge relativement reculé. Les relations intimes de la flore crétacée d'Amérique avec celles de la région arctique contemporaine se trahissent surtout par des formes de platanes et de tulipiers, communes aux deux contrées. L'un de ces platanes, *Pl. Heerii* Lqx [1], a été retrouvé par M. Heer dans la craie de Bohême où il avait été signalé sous le nom de *Credneria rhomboidea* Velen. [2]. Le tulipier, de son côté, paraît exister dans la craie turonienne de la vallée du Rhône. Voilà donc une très ancienne diffusion de ces genres et si l'on joint à ces premiers indices celui qui nous est fourni par le *Sassafras*

1. *Cretac. Fl.*, p. 70, tab. VIII, fig. 4, et IX, fig. 1-2. — Heer, *Foss. Fl. d. Polärland.*, VI, p. 72, tab. VII, fig. 1-2, VIII, fig. 1-2 et IX, fig. 1-1.
2. Velenowsky, *Fl. d. Bohem-Kreideform.*, p. 11, tab. III, fig. 1.

primigenium Sap., de Sézanne, il nous est permis d'affirmer l'existence, dès avant le tertiaire, de ces deux groupes représentés par des formes répandues dans les divers pays dont nous connaissons les plantes fossiles.

En Amérique, la flore tertiaire du *Lignitic* comprend les *Platanus aceroides* et *Guillelmæ* Gœpp., qui se montrent aussi au Groënland et au Spitzberg et dont le *Platanus occidentalis* actuel n'est visiblement qu'un prolongement. En Europe, ces mêmes platanes ne se laissent voir qu'assez tardivement, dans la mollasse suisse à la Schrotzburg, ensuite à Schossnitz en Silésie, puis en Italie et dans la vallée du Rhône, sur l'horizon du miocène supérieur. Les *Platanus aceroides* et *Guillelmæ*, celui-ci tige probable du platane actuel d'Orient, seraient donc arrivés directement en Europe, des alentours du pôle, dans le cours du miocène; mais la présence à Ménat, à l'époque aquitanienne, d'un platane spécial, *Platanus Schimperi* (*Acer Schimperi* Hr.), atteste l'existence d'une espèce antérieure aux formes émigrées de l'extrême nord, espèce particulière à l'Europe centrale oligocène, sans doute plus sensible au froid que les dernières venues et qui aurait ensuite disparu.

Il en est exactement de même du *Sassafras*. Le *S. stenolobum* Sap., de Ménat, se rattache étroitement au *S. primigenium* Sap., de Sézanne et n'a rien de commun avec le *Sassafras Ferretianum* Mass. Celui-ci, qui par contre diffère à peine du *Sassafras* américain actuel (*S. officinarum*), se montre dans l'éocène supérieur du Groënland, d'où il a passé sans doute en Europe dans le cours du miocène, puisqu'on le retrouve en Italie, à Sinigaglia et au Val-d'Arno, sur le niveau du miocène supérieur, ensuite en France dans le pliocène inférieur des cinérites du Cantal. Le résulat serait semblable si nous parlions du *Liriodendron Procaccinii* Ung., également très répandu dans le miocène supérieur et le pliocène inférieur d'une partie de l'Europe. Encore rare dans la mollasse suisse, il abonde à Sinigaglia et à Meximieux, après avoir eu son prototype dans une forme antérieure islandaise, tige probable des deux races, l'une européenne fossile à lobes obtus, l'autre américaine vivante, à lobes anguleux plus prononcés et plus pointus; il suffit de concevoir une modification des plus légères pour être amené de l'une à l'autre. Pour ce qui est des tilleuls, il faut considérer que

le type polaire, *Tilia Malmgreni* Hr., répandu au Spitzberg et au Groënland, lors du tertiaire ancien, correspond à nos tilleuls européens actuels; ce même type reparaît en Europe sur divers points, à partir du miocène récent, tandis que d'autres espèces d'un caractère bien différent, comme le *Tilia expansa* Sap., probablement nées sur notre sol ou venues d'ailleurs que des environs du pôle, ont depuis disparu sans laisser de traces.

Ce sont là en gros les résultats auxquels conduit l'étude des migrations polaires, au moyen desquelles la végétation européenne et celle de la zone boréale tout entière ont subi d'incessantes modifications, surtout à partir de la seconde moitié des temps tertiaires. Nous remplirions des volumes avant d'épuiser une matière aussi riche, dans laquelle, il faut le dire, la conjecture côtoie à chaque instant la réalité, sans qu'il soit possible pourtant de révoquer en doute celle-ci. Les corollaires, forcément variables par suite de l'insuffisance des documents, n'enlèvent rien à la force des preuves sur lesquelles reposent les termes mêmes de la question à examiner. Les alternatives que nous venons d'exposer ont pu n'être pas exactement celles que nous avons cherché à appliquer dans chaque cas particulier, mais on est assuré que d'une façon ou d'autre elles se seront effectuées, et les effets immédiats de l'émigration polaire ont bien été en somme ceux que nous avons essayé de préciser.

Pour achever de définir ce qui touche aux rapports de l'ancienne végétation polaire avec celle de la zone tempérée boréale, il nous reste à mentionner l'étroite parenté des flores alpine et arctique comparées, et de rechercher la raison d'être de ce lien, au point de vue évolutif. Cette affinité, indice certain d'une communauté d'origine, a frappé depuis longtemps tous les botanistes, comme constituant un phénomène de premier ordre dont ils ont cherché à déterminer le sens. La coïncidence entre les deux flores, vis-à-vis des conditions extérieures qui les gouvernent respectivement, consiste en ce qu'elles sont placées l'une et l'autre entre la limite où s'arrêtent les végétaux forestiers et celle qui marque le commencement du domaine des neiges perpétuelles. La différence provient de ce que, dans l'un des cas, c'est la latitude et l'obliquité des rayons solaires, et, dans l'autre cas, l'altitude et la raréfaction de l'air qui entraînent l'abaissement du climat. Les causes n'étant pas identiques, les

résultats auraient dû entraîner plus de diversités que n'en présentent les flores en question mises en regard. Il est vrai pourtant que la condition principale, d'être recouvert et abrité par la neige, se trouve réalisée pour l'un ou l'autre des deux ensembles, et cette circonstance constitue à elle seule une adaptation d'une nature spéciale qui explique l'état rampant et la structure vivace des plantes soit alpines, soit polaires. Mais le nombre des espèces communes aux deux catégories est trop considérable pour ne pas faire admettre la supposition d'une seule et même origine. Les collections végétales se trouvant séparées par de grands intervalles, il s'agirait d'expliquer leur disjonction actuelle et de concilier ce phénomène avec l'hypothèse d'un même berceau, d'un point de départ unique, placés dans un âge tant soit peu reculé.

Remarquons d'abord que le niveau inférieur moyen des neiges éternelles s'abaisse toujours plus à mesure que l'on s'avance vers le pôle, surtout au delà du cercle polaire, jusqu'à se rapprocher du niveau même de la mer, en enlevant chaque fois à la végétation une partie du périmètre restant par suite de l'extension des glaciers jusque dans les vallées. Il se trouve ainsi que les deux causes et, par suite, les deux climats arctique et alpin se confondent, à l'intérieur de la zone circumpolaire, de façon à réaliser un seul et même résultat.

Les liens, qui unissent la flore arctique à celle des montagnes intérieures de l'ancien continent, sont tellement étroits que M. Hooker [1] n'a trouvé au Groënland que six espèces non indigènes en Europe ou dans le nord de l'Asie, et ces six espèces sont justement américaines. Cette uniformité qui fait qu'aux yeux de certains savants, comme M. Charles Martins [2], la flore alpine tout entière n'est qu'un prolongement de la flore scandinave, *autrefois continue*, a été expliquée par cet auteur et, avant lui, par A. de Candolle et J. Hooker, au moyen des effets de la période glaciaire. L'abaissement climatérique de cette époque et l'envahissement des glaciers auraient permis aux plantes arctiques de pénétrer de toutes parts dans la zone boréale, jus-

1. *Distrib. of. arctic. plants.* — Voy. aussi *La végét. du globe,* par A. Grisebach, trad. par P. de Tchihatchef, I, p. 73 et 92.

2. Voy. *Les études sur l'origine glaciaire des tourbières,* in *Bull. de la Soc. bot. de France,* t. XVIII, 1871, p. 433.

qu'au moment où la chaleur étant revenue, ces plantes auraient dû reprendre le chemin du nord, mais en laissant des colonies qui auraient remonté la cime des montagnes dont elles occupaient auparavant le pied et le pourtour. Mais il existe bien des objections à opposer à cette hypothèse ingénieuse. Si l'extension des glaces et l'humidité de l'âge quaternaire permettent de concevoir une certaine diffusion des types alpins au delà de leurs limites actuelles, surtout à la faveur des tourbières qui durent couvrir alors de larges espaces au bas des montagnes, au fond des vallées et jusque dans les plaines de l'Europe septentrionale, il est visible pourtant, en tenant compte des indices tirés de la flore quaternaire et des coïncidences entre la distribution ancienne et l'état actuel de beaucoup d'espèces européennes, qu'aucune catastrophe intermédiaire, aucune élimination ou refoulement en masse, n'est jamais venu interrompre la continuité qui soude la flore tertiaire à la nôtre, celle-ci n'étant que le dernier résultat d'une série d'oscillations et de changements partiels. Rien ne ressemble plus à la flore du quaternaire, que celle de la fin du tertiaire, sauf la présence en plus de certaines espèces méridionales sur des points d'où elles ont été refoulées plus au sud, et sauf aussi un aménagement un peu différent des plantes dans leur façon de se grouper.

Ce n'est pas le froid assurément qui aura chassé définitivement du sol européen le platane, le liquidambar et le tulipier, puisque le laurier-rose (*Nerium*), bien plus sensible que ces arbres, a reculé seulement de deux degrés depuis le pliocène et que le figuier et le gainier, tout en rétrogradant de six degrés depuis le quaternaire ancien, n'ont cependant pas quitté le sol de la France. Le chêne vert, représenté autrefois à Meximieux par une race qui aujourd'hui encore habite la Corse, a pu se maintenir à Noirmoutiers. Les aires d'habitation respectives des *Acer pseudo-platanus* L. et *opulus* Vill., celui-ci propre à l'Europe méridionale, sont déjà tracées dès le pliocène, puisque c'est le second de ces types que l'on observe à Meximieux, dans le Cantal, en Italie, ainsi que dans le quaternaire de Provence. Le premier au contraire domine exclusivement dans les tufs de la Celle et de Cannstadt. Dans la dernière de ces localités, sur l'horizon du quaternaire, on rencontre le *Mespilus pyracantha* maintenant méridional, le tilleul qui de nos jours s'avance jus-

qu'au delà de la Scanie, le *Quercus sessiliflora* qui occupe une aire encore plus étendue vers le nord. En Provence, à la même époque, le tilleul est déjà accompagné du *Quercus pubescens* Wild., race demeurée particulière au sud de l'Europe. Si le froid avait été assez violent pour permettre aux plantes arctiques de s'étendre, à travers les plaines de l'Europe centrale, jusqu'aux Pyrénées dont elles auraient ensuite gravi les pentes, pour s'étendre plus loin encore vers le sud, tous ces types arborescents et une foule d'autres, tels que le *Pistacia lentiscus* et le *Ceratonia siliqua*, auraient été éliminés de notre sol et n'auraient pu reparaître que dans des conditions très différentes de celles qui président à leur distribution géographique actuelle. Ce n'est pas le froid, remarquons-le, auquel nous devons la présence jusque vers les bords de la Méditerranée des *Populus alba* L., *canescens* Sm. et *tremula*, puisque ces espèces se montrent dès le pliocène inférieur, associées à d'autres maintenant émigrées jusque dans les îles Canaries. Le hêtre est répandu partout dans le pliocène et jusque dans la région pyrénéenne, où M. Rérolle en a recueilli dernièrement des échantillons presque identiques à notre *F. sylvatica*, à côté d'un tilleul qui est visiblement la souche de nos tilleuls modernes. Mais si l'arrivée et l'extension de ces arbres ne sauraient être attribuées à l'influence de la période glaciaire, le maintien d'autres espèces très sensibles au froid, comme le lentisque, le myrte, le caroubier, dans des stations fractionnées et accidentellement abritées de la Provence, ne saurait non plus s'expliquer, aussitôt que l'on admet un abaissement de la nature de celui qui aurait permis à la région alpine d'emprunter directement ses éléments floraux à ceux de l'extrême nord. Toutes ces impossibilités réunies doivent faire repousser l'hypothèse de Forbes, de Hooker et de Darwin comme incompatible avec les faits sérieusement observés; mais cette hypothèse une fois mise de côté, il faut bien en chercher une autre qui rende compte de la commune origine des plantes alpines et polaires, communauté difficile à révoquer en doute en présence de l'identité des deux ensembles.

Cette raison d'être, c'est en remontant plus haut et plus loin dans le passé que nous la découvrirons, à notre sens du moins. La flore alpine, de même que la flore arctique, représentent, selon nous, la végétation altitudinaire de l'époque tertiaire, végéta-

tion qui aurait occupé les massifs montagneux soit autour d pôle, soit à l'intérieur de la zone boréale, avant l'apparition d neiges permanentes, c'est-à-dire dans un âge où, même au no de notre hémisphère, la température n'était pas assez basse po que la neige persistât sans intermittence sur les haut sommet Dès lors cependant les différences résultant de l'altitude devaie être assez marquées pour favoriser l'adaptation de certain plantes et en exclure d'autres. De là la présence d'une associa tion spéciale de végétaux qui dût être la même en deçà comm au delà du cercle polaire, puisqu'il s'agit d'un temps où le règn végétal présentait encore une remarquable uniformité, d'u bout à l'autre de notre hémisphère. A la faveur de cette unifo mité au moins relative, les races montagnardes ont dû compre dre à peu près partout les mêmes formes, prenant possession e divers moments et dans des circonstances variées des statio qui leur étaient les plus avantageuses, de telle sorte que cet adaptation ne pouvait que devenir plus étroite, au fur et mesure des progrès du refroidissement qui tendaient à aggrave de plus en plus les effets de l'altitude.

Par le fait, avant de devenir perpétuelles, les neiges des som mets ont nécessairement commencé par être sporadiques, pu annuelles, et cela à l'intérieur de la zone arctique, aussi bie que dans le reste de l'hémisphère; seulement le phénomène dû se produire plus tôt dans le premier domaine que dans second, en s'échelonnant dans un ordre inverse de celui des lat tudes, toutes choses égales d'ailleurs au point de vue de l'éléva tion. Or, tant qu'il n'y a eu sur les montagnes, même arctique que des neiges semestrielles, il n'y a pas eu non plus de glacier ni d'envahissement possible des vallées inférieures par les gla ces. C'est là un fait évident dont on est bien obligé de ten compte, en admettant que, selon toute apparence, c'est seule ment dans le cours du miocène, pour les terres arctiques, dans le cours du pliocène, pour l'Europe centrale, que les neig permanentes et leur cortège de végétaux, c'est-à-dire l'établi sement des glaciers et tout ce que ceux-ci ont entraîné de co séquences au point de vue de la végétation, se sont constitué pour la première fois. Il n'est pas besoin d'ajouter que la pri cipale et la plus immédiate de ces conséquences a été l'exclusio du périmètre envahi définitivement par la neige ou la glace de

lantes montagnardes qui l'occupaient jusque-là. Ces plantes ejetées forcément plus bas descendaient plus ou moins selon ue l'espace usurpé pris sur elles se trouvait plus ou moins tendu. C'est par suite de ce mouvement, poursuivi dans la suite es temps, que les plantes montagnardes de la zone arctique ont ni par être repoussées dans les vallées inférieures et ensuite de roche en proche vers des niveaux de moins en moins élevés, usqu'aux déclivités voisines du bord même de la mer. Mais, ntérieurement à ce mouvement éliminatoire, alors que les lantes montagnardes de l'hémisphère boréal n'étaient encore ecouvertes de neige qu'une partie de l'hiver, puis graduelle- nent durant l'hiver tout entier, jusqu'au moment où se con- tituèrent les glaciers, il a dû se faire une adaptation de ces lantes à une vie toute spéciale, il est vrai, mais qui, remar- uons-le, a eu pour effet de les sauvegarder contre le froid xtérieur, en les abritant sous une couverture protectrice.

Cette adaptation acquise lentement se traduit par le port ouché, la consistance ligneuse, la souche vivace pourvue de ra- neaux horizontalement étalés, la floraison précoce, les actes de a vie végétale rapidement accomplis. Elle concorde fréquem- nent avec la présence d'un feuillage dur, coriace et persistant; lle contraste au contraire beaucoup avec le phénomène adaptif out différent, auquel nous devons nos arbres et arbustes à euilles caduques, caractéristiques de la zone tempérée boréale. Ainsi, les plantes arctiques auraient été originairement monta- gnardes et alpines au même titre que celles de nos escarpements, t tout indique que les unes et les autres seraient sorties du nême berceau primitif.

Le phénomène déterminant a été ici le froid et, avec lui, la neige séjournant et s'accumulant au haut des montagnes, puis établissant des réserves de glace et les faisant descendre dans es plaines par suite d'un « stock », provenant de l'excédent de a production hivernale sur la fonte de l'été. Cette apparition de 'eau congelée a donc été un événement immense en lui-même t par ses conséquences prochaines : non seulement il a rejeté es plantes, d'abord montagnardes, de la zone arctique vers le as des escarpements où elles ont pris la place d'autres végétaux graduellement éliminés; mais il a entraîné l'envahissement défi- nitif des terres polaires et il a accru le froid par le froid con-

densé, en faisant naître des courants atmosphériques et océaniques et en influant par eux sur la végétation du globe tout entier. On voit que nous revenons, après un détour, à l'une des causes générales qui ont le plus influé sur la flore terrestre, cause demeurée active et dont l'énergie, susceptible de s'accroitre, n'a réellement d'autre limite que celle qui lui est opposée par la zone équatoriale, foyer permanent de chaleur, siège de la splendeur végétale; mais ce foyer, de nouveaux progrès du refroidissement polaire menaceraient de le restreindre. La végétation reculerait de plus en plus si le mouvement, qui se prononça pour la première fois vers la fin du jurassique, était destiné à s'étendre et à se propager.

Les pages s'entasseraient, si notre dessein était de poursuivre et d'analyser dans ses dernières conséquences cette force mystérieuse qui, déprimant la chaleur et modifiant l'uniformité climatérique à la surface du globe, n'a cessé d'agir sur le règne végétal, à partir d'une certaine époque, pour l'ébranler, faire naître en lui des variations et réaliser les changements dont nous venons d'ébaucher le tableau. Tout au plus si nous avons tenté de saisir le sens général et d'effleurer les circonstances occasionnelles de ces changements. Nous en avons dit assez pour faire comprendre que ces circonstances sont innombrables, aussi bien que les nuances différentielles qu'elles ont engendrées. — Vouloir aller au delà serait actuellement une ambitieuse folie; mais, en revanche, que de problèmes entrevus; que de phénomènes dont on reconnaît la trace! Que de questions aperçues de loin et de documents épars que l'avenir rejoindra! Contentons-nous, à l'heure présente, de les avoir signalés à ceux qui nous succéderont. Plus heureux que nous, ils déchiffreront l'inscription dont nous avons uniquement cherché à épeler quelques lettres.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME

TABLE

DES

FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Figures.		Pages.
1.	— Macrospores et microspores du *Lepidodendron rhodumnense* (B. Renault).	I, 19
2.	— Coupe transversale du tissu intérieur d'une macrospore du même type, observée sous un grossissement de cent fois	I, 20
3.	— Type caulinaire du *Lepidodendron rhodumnense* (B. Ren.)	I, 21
4.	— Coupe longitudinale du même rameau de *Lepidodendron rhodumnense* (même grossissement)	I, 22
5.	— Type caulinaire du *Lepidodendron Harcourtii*, With	I, 23
6.	— Coupe transversale d'une tige de *Lepidodendron* du type *L. Harcourtii*.	I, *ibid*
7.	— Double région ligneuse du type caulinaire des Sigillariées	I, 25
8.	— Coupe longitudinale et radiale de la région ligneuse du *Sigillaria spinulosa* Gr. et B. Ren	I, 26
9.	— Type caulinaire du *Sigillaria vascularis* (Binney)	I, 29
10.	— Type caulinaire des Poroxylées (d'après M. B. Renault)	I, 30
11.	— Coupe longitudinale radiale dans la région ligneuse d'un *Poroxylon*, *P. Boysseti* (d'après B. Renault)	I, 31
12.	— Différence d'aspect des tiges de Calamites et de Calamodendrées comparées entre elles	I, 34
13.	— Structure apparente d'une tige de Calamodendrée	I, 35
14.	— Type caulinaire et structure anatomique des Calamodendrées	I, 38
15.	— Partie d'une tige d'*Arthropitys* fortement grossie d'après une coupe transversale dessinée par M. B. Renault	I, 39
16.	— Tronçon d'une tige de *Bornia* ou *Archæocalamites* garnie de ses feuilles.	I, 43
17.	— Rameaux feuillés et organes reproducteurs présumés des Calamodendrées	I, 45
18.	— Rameau feuillé d'une Calamodendrée	I, 46
19.	— Port et aspect général des Sigillaires restitués	I, 49
20.	— Ecorce du *Sigillaria Davreuxii* Brngt	I, 50
21.	— Ecorce du *Sigillaria pachyderma* Brngt	I, *ibid*
22.	— Ecorce du *Sigillara tessellata* Brngt, du groupe des Favulariées	I, 51
23.	— Appareil reproducteur des Sigillaires ou *Sigillariostrobus*	I, *ibid*
24.	— Appareil rhizoïde (*Stigmaria*) et développement végétatif des Sigillaires.	I, 55
25.	— Structure intérieure d'une graine de Progymnosperme, genre *Stephanospermum* Brngt	I, 58
26.	— Coupe longitudinale d'une graine de *Cardiocarpus sclerotesta* Ad. Brngt, légèrement grossie	I, 59

27. — Coupe longitudinale de la partie supérieure de l'endosperme ou prothalle inclus d'une graine de *Ginkgo biloba* Kæmpf, grossie fortement I, 61
28. — Structure et dimensions comparées des grains de pollen des Progymnospermes paléozoïques et des Phanérogames actuelles I, 64
29. — Tige présumée des Dolérophyllées I, 69
30 et 31. — Feuilles de Dolérophyllées encore adhérentes à la tige I, 70
32. — Bourgeon d'une Dolérophyllée I, 71
33. — Feuilles et lambeaux d'écorce d'une Dolérophyllée I, 72
34. — Coupe transversale d'une portion de feuille prise dans le bourgeon d'une Dolérophyllée I, 73
35. — Appareil mâle ou Androphylle des Dolérophyllées I, 75
36. — Grain de pollen fortement grossi d'une Dolérophyllée I, *ibid*
37. — Appareil fructificateur présumé des Dolérophyllées I, 76
38. — *Cannophyllites Virleti* Brngt I, 79
39. — Organe et port caractéristique des Cordaïtées I, 81
40. — Souche enracinée d'une Cordaïtée, encore en place I, 83
41. — Structure anatomique des Cordaïtées (d'après B. Renault) I, 85
42. — Appareil mâle d'une Cordaïtée (d'après M. B. Renault) I, 87
43. — Appareil mâle du *Cordaianthus Saportanus* B. Ren I, 88
44. — Appareil femelle d'une Cordaïtée, au moment de la fécondation I, 89
45. — Partie supérieure du nucelle du *Cordaianthus Grand'Euryi*, très fortement grossi I, *ibid*
46. — Feuilles du *Cordaites patulus* Gr I, 91
47. — *Ginkgophyllum flabellatum* (Lindl., et Hutt.) Sap I, *ibid*
48. — Plan caulinaire et structure anatomique d'une tige de Cycadée I, 95
49. — Structure anatomique d'une foliole de *Bowenia* I, 97
50. — Structure anatomique d'une foliole de l'*Encephalartos horrida* I, 98
51. — Coupe transversale d'un faisceau foliaire de l'*Encephalartos horrida*, fortement grossi I, 99
52. — Structure anatomique du mésophylle d'une foliole de l'*Encephalartos horrida* I, *ibid*
53. — Organes mâles des Cycadées I, 101
54. — Organes femelles et fécondation des Cycadées I, 103
55. — Structure intérieure et germination de la graine des Cycadées I, 105
56. — Plan caulinaire d'une Cycadée primitive ou Cycadoxylée (d'après M. B. Renault) I, *ibid*
57. — Type cycadéen primitif. — Organes caractéristiques d'une Nœggérathiée, *N. foliosa* Sternb I, 108
58. — Types de Cycadées primitives I, 109
59. — Cycadées européennes jurassiques I, 111
60. — Types de Cycadées européennes jurassiques I, 112
61. — Dernières Cycadées européennes I, 116
62. — Organes mâles des Abiétinées I, 119
63. — Organes femelles et fécondation comparés des Abiétinées et des Cupressinées I, 123
64. — Appareils reproducteurs comparés des Taxinées et des Abiétinées I, 126
65. — Plan caulinaire d'une Acicularié I, 129
66. — Fibres ponctuées caractéristiques et détails de structure anatomique des Acicularié I, 131
67. — Appareil polycotylédoné de l'embryon et structure comparée des feuilles chez les Pins I, 135
68. — Feuilles et organes mâles du Ginkgo I, 137
69. — Feuilles et orgrnes femelles du Ginkgo I, 139
70. — Organes caractéristiques des *Salisburia* ou *Ginkgo* jurassiques I, 141
71. — Types arctique et antarctique de *Salisburia* jurassique I, 142
72. — Organes caractéristiques de *Baiera*, type éteint de Salisburiées jurassiques I, 143
73. — Exemples de Salisburiées prototypiques I, 144
74. — Feuilles du *Salisburia primigenia* Sap, la plus ancienne espèce du genre I, 145
75. — Organes fructificateurs des Taxinées I, 151

76. — Origine et signification des éléments constitutifs du strobiledes Conifères. I, 157
77. — Type de Conifère paléozoïque. — *Walchia Grand'Euryi* Sap..... I, 159
78. — Type de Conifère paléozoïque..... I, 160
79. — Coupe longitudinale à travers le sommet du nucelle de l'*Araucaria brasiliensis* R. et P., au moment de la fécondation (d'après Strasburger). I, 163
80. — Structure caractéristique du bois de Gnétacées..... I, 168
81. — Appareil floral comparé des *Ephedra* et des *Welwitschia* (d'après Strasburger et Hooker)..... I, 170
82. — Organes reproducteurs des *Ephedra* (d'après Strasburger)..... I, 171
83. — Organes reproducteurs des *Gnetum* (d'après Strasburger)..... I, 175
84. — Corpuscules comparés des Taxinées et des Ephédrées..... I, 177
85. — Corpuscules et fécondation du *Welwitschia* (d'après Strasburger et Hooker)..... I, 179
86. — Organe femelle d'une Ephédrée paléozoïque (d'après B. Renault)..... I, 181
87. — Plantule du *Welwitschia* (d'après Naudin)..... I, 182
88. — Organes végétatifs caractéristiques des Gnétacées ; — genres *Ephedra* et *Welwitschia*..... I, 183
89. — Inflorescence et nervation caractéristiques du genre *Gnetum*..... I, 187
90. — Microspores ou grains de pollen des Angiospermes, au moment de la formation du boyau ou tube pollinique..... I, 195
91. — Formation des macrospores ou sacs embryonnaires dans les Angiospermes..... I, 197
92. — Présence des appendices foliaires primitifs, à la suite de la germination, dans trois types d'Angiospermes..... I, 206
93. — Evolution de l'appendice primitif conduisant à la feuille normale sur une pousse de Rosacée..... I, 207
94. — Jeune pousse d'*Aralia nymphæfolia* montrant les appendices foliaires primitifs, sous forme de lames amplexicaules, avec mucron terminal. I, 209
95. — Organes appendiculaires de l'*Aralia Sieboldii*, montrant les termes de transition entre l'écaille gemmaire, supposée identique à l'appendice foliaire primitif, et la feuille définitive... I, 211
96. — Évolution de l'appendice foliaire primitif chez les Monocotylées..... I, 215
97. — Feuilles primordiales du *Nipa fruticans*..... I, *ibid*
98. — Différenciation de l'appendice foliaire primitif dans la formation des pièces florales des Angiospermes..... I, 219
99. — Développement de l'embryon chez les Monocotylées et les Dicotylées comparées..... I, 221
100. — *Dichoneuron Hookeri* Sap. — Proangiosperme présumée du permien de Russie..... I, 231
101. — *Yuccites hettangensis* Sap et Mar..... I, 234
102. — Tige feuillée de *Williamsonia*, surmontée d'un bourgeon floral en voie de développement..... I, 237
103. — Appareil mâle du *Williamsonia gigas* Carruth..... I, 239
104. — Involucre du *Williamsonia pictaviensis* Sap..... I, 243
105. — Appareil fructificateur du *Williamsonia Morierei* Sap..... I, 244
106. — *Goniolina*, type proangiospermique, présumé, du terrain jurassique... I, 248
107. — Plante fructifiée de *Lemna;* pour montrer la simplification régressive d'un type de Monocotylée aquatique..... II, 2
108. — Types caulinaires comparés d'une Commélynée et d'une Nymphéacée. II, 6
109. — Type caulinaire d'une Monocotylée à tige douée d'un accroissement secondaire..... II, 8
110. — Transition entre l'appareil appendiculaire primitif et la feuille définitive, chez les Monocotylées..... II, 11
111. — Plantule de Palmier, pour montrer la structure des feuilles primordiales des Monocotylées..... II, 15
112. — Appareil reproducteur spadiciforme d'une Aroïdée..... II, 20
113. — Appareil floral et fécondation d'un *Yucca*..... II, 30
114. — *Pistia stratiotes* L. et *Pistia Mazeli* Sap. et Mar., feuilles comparées. II, 37
115. — Fruit présumé d'une Phœnicoïdée primitive..... II, 39
116. — Etamines anormales du *Rosa chinensis*, montrant le passage de la feuille primitive au support des anthères ou sacs polliniques..... II, 54

117. — Feuilles cotylédonaires des *Cucurbita* et *Tilia*..... II, 60
118. — Sommité d'une plantule de l'*Hedera helix*. L..... II, 62
119. — Types comparés de feuilles normales, primordiales et cotylédonaires de diverses Dicotylées..... II, 63
120. — Divers termes de différenciation des organes foliaires et appendiculaires. II, 77
121. — Modification graduelle des organes foliaires et floraux du groupe des Nymphéinées..... II, 79
122. — Feuilles primordiales et cotylédonaires comparées des Légumineuses-Césalpiniées..... II, 87
123. — Complexité et soudure croissantes des parties de la fleur dans le groupe des Saxifragacées (d'après Baillon)..... II, 95
124. — Exemple d'une récurrence vers la structure hermaphrodite des fleurs normalement unisexuées des Quercinées..... II, 97
125. — Types divers de Dycotylées primitives de la craie..... II, 117
126. — *Chrondrophyton dissectum* Sap. et Mar.; — type de Dicotylée prototypique du turonien de Bagnols (Gard)..... II, 120
127. — Types divers de Dicotylées primitives..... II, 124
128. — *Nelumbium provinciale* Sap., de la craie campanienne de Provence... II, 125
129. — Variations spécifiques de plusieurs sapins vivants et fossiles..... II, 147
130. — Feuille vivante et feuille fossile du *Smilax mauritanica* Desf..... II, 165
131. — *Vitis sezannensis* Sap..... II, 172
132. — Types de vignes tertiaires européennes..... II, 175
133. — Types de vignes pliocène et quaternaire de Provence..... II, 176
134. — *Vitis vinifera* L., race spontanée en Provence..... II, 177
135. — *Fagus pliocenica* Sap..... II, 199
136. — Organes caractéristiques de Corylacées vivantes et fossiles comparées. II, 201

FIN DE LA TABLE DES FIGURES

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LES DEUX VOLUMES

A

Abies, I, 119; — II, 143; 144; 145; 146; 148.
Abies albula Ludw., II, 146.
— *Apollinis* Rauch., II, 147.
— *balsamea* Mill., II, 146.
— *bracteata*, II, 144; 147.
— *cephalonica* Link., II, 147, fig. 129.
— *Eirikiana* Hr., II, 193.
— *grandis*, II, 144.
— *intermedia* Sap., II, 147, fig. 129.
— *numidica* Lann., II, 147, fig. 129.
— *pectinata* D. C., II, 145; 146.
— *pindrow*, II, 147, fig. 129.
— *vera*, II, 143.
Abiétinées, I, 44; leurs organes mâles, 119, fig. 62; 123; 131; 132; 153; 156; 157; 161; 162; 163; 178; 229; — II, 56; 57; 104; 135; 142; 143; 144.
Acacia, II, 88.
Acanthochlamys, II, 201; 202.
Accrescence, par zones successives, des écussons corticaux, visible chez les Cycadées secondaires, I, 113; — régulière des tiges de Dicotylées, II, 49.
Accroissement, secondaire des tiges de Dicotylées, II, 50.
Acer, II, 62; 174.
Acer campestre L., II, 63, fig. 119; 84.
— *oblongum*, II, 63, fig. 119; 84.
— *opulus* Vill., II, 210.
— *pseudo-platanus* L., II, 210.
— *Schimperi* Hr., II, 206.
Aciculariées, I, 80; 84; 94; 100; 128; leur plan caulinaire, 129; 130; bois des —, 131, fig. 66; 132; 133; souche mère des —, 136; 137; 139; 147; — Dialycarpées, 148; variations morphologiques des —, 149; 153; — différenciées avant de donner naissance aux Conifères, 154; 6 5; 166; 168; 169; 173; 178; 188; — II, 48; 54; 140; 141; 142.
Acorées, II, 22.
Acorus, II, 37.
Adaptation, des plantes alpines et arctiques aux stations qu'elles occupent et qu'elles auraient acquises lentement, II, 215.
Æthiotesta Brngt., I, 58; 63; 64; fig. 28.
Æthophyllum Schimp., I, 232; 233; — II, 35; 36.
Æthophyllum speciosum Schimp., I, 232.
Agave, II, 44.
Albertia, I, 159.
Albertia aloidea (Gr.) Sap., I, 160, fig. 78.
Albumen ou périsperme, I, 200.
Algues, influence du milieu aquatique sur leur différenciation morphologique, I, 1; 191.
Alisma, II, 40; 41; 56.
Alisma? reticulata Hr., II, 38.
Alismacées, II, 23; 38; 42.
Allium, I, 74; — II, 18.
Alnaster, II, 197.
Alnites, II, 111.
Aloe, I, 214.
Aloïnées, I, 73; 222; — II, 8.
Amaryllidées, I, 73; — II, 18.

Amentacées, II, 158.
Amorphophyllum, II, 231; 232; 240.
Ampélidées, II, 113; 166; 167; 168; — primitives, 171.
Ampelocissus Planch., II, 170.
Ampelopsis, II, 167; 169; 170.
Amygdalées, II, 90; 91; 92.
Anacardiacées, II, 62; 114; 116; 119.
Anacardium, II, 92.
Androcée, du *Welwitschia*, I, 184; — de la fleur des Dicotylées, réduction de ses éléments, II, 92; 93.
Androgynie, fausse — du *Welwitschia*, I, 171.
Androphore, support pollinique, I, 171.
Androphylle, ou appareil mâle des Dolérophyllées, I, 75, fig. 35; — des Cordaïtées, 87, fig. 42 et 43; 90; — des Cycadées, 102; — des Acicularièes, 134; — du Ginkgo, 137, fig. 68; — des Gnétacées, 171; — ou feuille sexuée mâle des Gnétacées, 175, fig. 83; 176; — II, 17; 53; 54; — des Dicotylées, 55; 141; 149; 152; 155.
Androstrobus, I, 113.
Androstrobus Balduini Sap., I, 114.
Angiospermes, I, 11; 13; 14; 77; 117; simplification des éléments de l'ovule des —, à force de complexité organique, 124; fruit des —, 125; 127; — prototypiques, 127; 133; caractères de la fleur des —, 155; 156; 165; 166; 169; 171; 173; 176; 177; 178; 183; 185; 188; 190; 193; 194; 195; 197; 198; 199; leurs liens de parenté atavique avec les Gymnospermes, 200; leur filiation présumée, 201; 202; tige ancestrale des —, 203; 205; 214; 217; — primitives, 220; 223; 229; — prototypiques, 232; 249; — II, 3; 19; 55; 135; 136; 137; 141; 142; 149; — divisées en deux séries, 151; 154; 156; 158; 160; 161; 162; 165; 186; extension et diffusion des —, 187.
Anneau cambien, zone d'accroissement secondaire du bois des Dicotylées, II, 50, 51; — peu prononcé et rapidement épuisé dans les tiges des Phanérogames primitives, 138.
Annularia, I, 227.
Annulariées, I, 228.
Anœctomeria Sap., II, 126.
Anomozamites, I, 111; 112; 113; — II, 185.
Anomozamites gracilis Nath., I, 112, fig. 60.
Anonacées, II, 90.
Antagonisme entre le monde des animaux et le monde des plantes; caractère et raison d'être de cet—, I, 2.
Anthères, assimilées au microsporange, I, 120; — terminales des Aroïdées, II, 20, fig. 112; filets ou supports d' —, 31; — des *Dracæna*, leur rôle dans la fécondation croisée, 31; — normalement biloculaires, 53.
Anthéridies, I, 192; — II, 133.
Anthérozoïdes, absents des microspores ou grains polliniques des Phanérogames primitives qui renferment pourtant une production prothallienne plus ou moins développée, I, 65; — déjà disparus chez les Cycadées, 120; cessent d'intervenir dans l'acte fécondateur chez les Phanérogames, 194; leur rôle et leur fonction chez les Cryptogames supérieures, II, 133.
Anthèse, épanouissement de la fleur, ne coïncide pas toujours avec le développement respectif des éléments sexués, II, 28.
Anthotaxie, II, 71.
Anthurium, II, 11, fig. 110.
Anticlines, leur signification morphologique, II, 56.
Antipodes, II, 68.
Apétales, II, 114.
Apocynées, I, 185.
Appareil femelle, d'une Cordaïtée, I, 88; 89; fig. 44; — des Acicularièes, 134; — des Ginkgos, 138; — de l'*Ephedra*, 171, fig. 82; — soumis à des réductions successives, 195; — ou carpophylle des Dicotylées, II, 55.
Appareil floral, des Gnétacées, genres *Ephedra* et *Welwitschia*, I, 170, fig. 81; — des Monocotylées, ses modifications et ses transformations, II, 17-18; — d'un *Yucca*, 30, fig. 113; — des Dicotylées, II, 88; — constitué par appauvrissement, 97, fig. 124; différence radicale entre l' —, des Acicularièes et celui des Angiospermes, 141; 149; — des Proangiospermes, 150; 153; — des Angiospermes, transformé et constituant la fleur; 154.
Appareil fructificateur, du *Baiera Münsteriana* Hr., I, 143, fig. 72; — des Acicularièes, 148; 149; — du *Williamsonia Morierei* Sap., 244, fig. 105.
Appareil male, d'une Cordaïtée, I, 87, fig. 42 et 43; — du *Williamsonia gigas*, 239, fig. 103; — des Quercinées, II, 98.

Appareil reproducteur, son union intime avec la spore; élimination totale de ses derniers éléments phytiques; il utilise à son profit les parties accessoires de la tige, élaborées dans la phase végétative agame, I, 11; — des Cycadées jurassiques, 115; — des Taxinées et des Abiétinées, 126, fig. 64; — du Ginkgo, 138; — spadiciforme d'une Aroïdée, II, 20, fig. 112.
Appareil sexué, sortant d'un bourgeon de deuxième génération, chez les Éphédrées, I, 172; — des *Welwitschia*, 173; sa réduction consécutive, II, 134.
Appareil strié, ou filamenteux de certaines vésicules embryonnaires, II, 70.
Appareil unisexué, des Quercinées, II, 122-123.
Appareil végétatif sporogonien, son antagonisme avec l'appareil prothallien, conséquences de cet antagonisme, I, 191.
Appendice foliaire primitif, des Angiospermes, I, 203; — des Aroïdées et Smilacées, 204; se montrant à la suite de la germination chez les Angiospermes, 206, fig. 92; détermination de l'—, 207, fig. 93; représenté sous nos yeux par la région stipulaire, 208; — chez les *Aralia*, 209, fig. 94; conservé chez certaines plantes angiospermiques, 210, fig. 95; 211; — d'une Scitaminée, 213; — des Proangiospermes, 214; son évolution, 215; — des Angiospermes ancestrales, 216; — s'allongeant pour produire le pétiole et le limbe, 217; différenciation de l' —, 219, fig. 98; — faiblement transformé chez les Monocotylées, II, 9, et transition entre l' — et la feuille normale chez les Monocotylées, 11, fig. 110; — point de départ de la feuille normale, 75; — représenté par les bractées, 78; 149; sa persistance ou son effacement chez les Monocotylées, 153.
Appendice infundibuliforme, des *Williamsonia*, I, 240; — du *Williamsonia Leckenbyi*, 242.
Aquitanien (terrain), inférieur des environs d'Apt (Vaucluse), I, 117; — II, 42; 174; 197; — de Manosque, 200; 203.
Arachnides, I, 3; 4; 7.
Aralia, I, 209; 214; II —, 51; 52; 76; 78; 112; 117.
Aralia nympheæfolia, I, 209; 210, fig. 94; — II, 62.
— *Sieboldii*, I, 210; 211, fig. 95.
Araliacées, I, 222; — Ombellifères, II, 52; 93; 113; 117; 121; 167; 171; 172.
Araucaria, I, 149; 158; 159; — II, 112.
Araucaria brasiliensis, I, 163, fig. 79.
— *Cookii*, I, 159.
— *excelsa*, I, 159.
— *imbricata*, I, 131.
Araucariées, I, 30; 84; 94; 134; 160; 104.
Araucarinées, I, 160; — II, 56.
Arc générateur, du Cambium, absent des faisceaux primaires des Monocotylées, II, 17.
Archæocalamites, I, 41; 42; 43.
Archæocalamites radiatus St., I, 43, fig. 16.
Archæopteris, I, 227.
Archégones, I, 192; — II, 56; réduits chez les Phanérogames aux seules parties essentielles, 134; — ou corpuscules des Gymnospermes, 135.
Arécinées, II, 25.
Aristolochiées, II, 88.
Aroïdées, I, 184; 213; 216; 222; 232; 246; — II, 3; 6; 10; 20, fig. 112; 22; fécondation croisée des —, 28; 35; 51; 153.
Aroides, II, 35.
Aroides crassispatha Kut., I, 231; 232, fig. 100.
Arthropitys, I, 17; 39; 47.
Arthropitys communis Binn., I, 38, fig. 14 et 15.
Arthrotaxis cupressoides Don, I, 131.
Artocarpées, II, 81.
Arum, I, 213.
Arum dracunculus L., II, 21.
— *muscivorum* L., II, 21.
Arundo L., II, 13; 42.
Arundo groënlandica Hr., II, 38; 40.
Asarum, II, 88.
Asparaginées, I, 6; 212; — II, 3.
Asparagus officinalis, I, 206.
Aspidiophyllum, II, 118.
Asplenites Rœsserti, I, 227; 228.
— *withbiensis*, I, 227; 228.
Asplenium, I, 78.
Asterocalamites Schimp., I, 41.
Asterophyllitées, I, 47; 224.
Asterophyllites Brngt., I, 47.
Asterophyllites densifolius, I, 47.
— *longifolius* Brngt., I, 47.
— *sublongifolius*, I, 47.
— *viticulosus*, I, 47.

Atané, craie groënlandaise d' —, II, 38.
Avellana, II, 202.
Axe floral, ou strobile des Cycadées ; ses différences avec le strobile des Conifères, I, 90; — des Acicuariées, 134 ; — appauvri des Taxinées, 150-151 ; — du type des *Ephedra*, 182 ; — des Dicotylées, II, 66 ; ses transformations et ses contractions successives, 89 ; ses éléments constitutifs, 91 ; comprenant un nombre déterminé de pièces constituantes, 93 ; — des Faginées, 122 ; répartition des androphylles et des carpophylles sur l' —, 152 ; ses contractions à partir du point de départ originaire, 156.
Axe sexué, des genres *Welwitschia* et *Gnetum* I, 172 ; — des Gnétacées et des Taxinées comparées, 176 ; — promptement réduit chez les Gnétacées, 186 ; chatons ou — des Quercinées, leur signification, II, 98 ; — primitif, 156.
Axe végétatif, des Dicotylées, II, 65 ; séparation de l' — et des appendices chez les Phanérogames, 186.

B

Bacchus-marsh-sandstone, I, 226.
Baiera, I, 44 ; 46 ; 142 ; 143 ; 144 ; 146 ; 225 ; — II, 185.
Baiera gracilis Bunb., I, 143, fig. 72.
— *longifolia* Hr., I, 143, fig. 72.
— *Münsteriana* Hr., I, 143, fig. 72.
Baillon, II, 77 ; 78 ; 79 ; 94 ; 95 ; 121.
Balanophorées, I, 236.
Bambusa L., II, 42.
Barclaya, II, 126.
Bary (de), I, 167 ; 183 ; 184 ; — II, 49.
Bassin de Paris, éocène du —, II, 42.
Batraciens, I, 4.
Batraciens-Reptiles, I, 4.
Bauhinia, II, 63 ; 86 ; 87 ; 88 ; fig. 122.
Beania, I, 113.
Beania gracilis, I, 115.
Beaudoin (J.), I, 114.
Bégouin (comte), II, 38.
Berbéridées, II, 49 ; 52 ; 90 ; 116 ; 117.
Betulaster, I, 197.
Bignoniacées, I, 185.
Binney, I, 29 ; 33 ; 52.
Bois, éléments variés du — des Dicotylées, II, 49.
Bois cortical secondaire, de certaines Monocotylées arborescentes, II, 9.
Bombacées, II, 173.
Bornia, I, 18 ; 41 ; 42 ; 43 ; 44 ; 45 ; 46 ; 135 ; 144 ; 146 ; 180 ; 183 ; 188.
Bornia radiata, I, 42 ; 169.
Bowenia, I, 97 ; 98.
Brachyphyllum Brngt., I, 138 ; 225, fig. 49 ; — II, 185 ; 186.
Brachypodium P. de B., II, 42.
Bractées, assimilées à des feuilles primitives, non différenciées, I, 217 ; — représentant la gaîne ou appendice foliaire primitif, II, 78.
Braun (Al.), II, 174.
Bromelia, II, 44 ; 75.
Broméliacées, II, 33.
Brongniart (Ad.), I, 18 ; 33 ; 41 ; 57 ; 60 ; 77 ; 78 ; 82 ; 233 ; — II, 35.
Bryon Gr., I, 18 ; 41, 46 ; 47 ; 183.
Bryon crispatum Gr., I, 45, fig. 17.
Bumelia, II, 112.
Bureau (E.). II, 201.
Butomus, II, 41.
Butomus umbellatus L., I, 195.
Buxées, II, 72.

C

Cabomba, II, 79, fig. 121.
Cabombées, II, 125.
Cæsalpinia, II, 63.
Calamariées, I, 224 ; 227.
Calamites, distinctes des Calamodendrées, I, 33 ; tige de — encore en place dans le grès houiller de Saint-Etienne, 34, fig. 12 ; 36 ; 42 ; 48 ; 56.
Calamites, I, 42 ; 227.
Calamites cannæformis Schl., I, 30, fig. 12.
— *cruciatus* Sternb., I, 33 ; 35.
— *radiatus* Sternb., I, 42.
— *transitionis* Gopp., I, 42.
Calamodendrea rhizobola Gr., I, 34.
Calamodendrées, I, 9 ; 16 ; 17 ; 18 ; 33 ; différences qui séparent les — des Calamites, 34, fig. 12 ; structure anatomique de leurs tiges, 35, fig. 13 ; 36 ; 37 ; type caulinaire des — 38, fig. 14 ; portion de tige fortement grossie d'une —, 39, fig. 15 ; leur nature gymnospermique, 41 ; ordonnance de leurs organes appendiculaires, 44 ; leurs organes reproducteurs présumés, 45, fig. 17 ; rameau feuillé d'une —, 46, fig. 18 ; 47 ; 48 ; 84 ; 188.
Calamodendron, I, 17 ; 34 ; 39 ; 180.
Calamodendron congenium Gr., I, 35, fig. 13.
— *cruciatum*, I, 42.
Calamus, II, 43.
Calcaire corallien, de Saint-Mihiel, I, 111.
Calice, II, 17 ; 93 ; 95 ; — des Ampélidées, 167.

Callipteris, I, 145; 226.
Cambium, son absence de certaines tiges anormales de Dicotylées, II, 50; effets de son absence et de sa présence chez les Phanérogames, 137; atténuation des effets du —, à mesure qu'on interroge les plans caulinaires des plus anciennes Dicotylées, 138.
Campanien (étage), plantes du —, II, 110; — de Blankenburg, 110; — de Haldem, 123.
Canal micropylaire, I, 121.
Canaux gommeux ou résineux, des Cordaïtées analogues à ceux des Cycadées et des Conifères, I, 86.
Canaux sécréteurs, de la résine, chez les Aciculariées, I, 134, fig. 66.
Candolle (A. de), II, 202; 209.
Canna, II, 12; 43.
Canna indica, I, 213.
Cannées, I, 78.
Cannellées, II, 125.
Cannophyllitées, I, 16; 18; 77; feuilles des — comparées à celles des Cannées, 78; fragments détachés d'une fronde de — 79, fig. 38.
Cannophyllites Brngt., I, 16.
Cannophyllites Virleti Brngt., I, 78; 79 — fig. 38.
Cantonnement, respectif des espèces émigrées et localisées, II, 205.
Caprifoliacées, II, 113.
Capsella, II, 56.
Caractères, de premier ordre fixés les premiers, II, 136; deux ordres de — acquis en commun par la souche phanérogamique avant sa séparation en deux branches, 139; — morphologiques des Phanérogames, 140; — différentiels de l'espèce gymnospermique, 143; — des Abiétinées, 143; — spécifique des *Abies*, 147.
Caractères différentiels, spéciaux des Dicotylées, II, 69.
Carbonifère (terrain), de Saint-Etienne, I, 91; — moyen d'Angleterre, 91; partie récente du —, 92; — moyen, 110; — supérieur de Montchamin, 110; — récent d'Amérique, 144; — supérieur de Saint-Etienne, 160; — inférieur de la Nouvelle-Galles du Sud, 226; 227; flore du — d'Europe, 229.
Cardiocarpus, I, 57; 59; 227.
Cardiocarpus sclerotesta Brngt., I, 59-60, fig. 26.
— *tenuis*, I, 60; 61.
Carex Michx., II, 42.
Carludovica, II, 11; 21.
Carpelles, constitués chez les Angiospermes à l'aide de l'appendice primitif modifié, I, 218; constitués par le repli de la feuille macrosporangifère des Proangiospermes, 218; — présumés des *Williamsonia*, 242; — II, 15; gynécée à trois — des Monocotylées, 17; — des fleurs d'*Yucca*, 29-30, fig. 113; — des Dicotylées, 67; 92; — des Araliacées et Ombellifères, 94-95; — originairement libres des Saxifragacées, 96; — des Châtaigniers, 99; — soudés et non soudés, 116; — distincts jusque dans le fruit, 124; — libres des Cabombées, 125; — des Légumineuses, 126; — constitués par la feuille ovulifère des Proangiospermes, 141; 156.
Carpinus, II, 62; 77; 201, fig. 120.
Carpinus cuspidata Sap., II, 201, fig. 136.
— *orientalis*, II, 202.
Carpophylle, des Cordaïtées, I, 90; — des *Cycas*, 102; — ou support fructifère du *Cycas revoluta* Thb., 103, fig. 54; — des Nœggérathiées, 107; — des *Cycas*, 109; — d'un *Abies*, 119, fig. 62; — ou écaille ovulifère d'un strobile de *Pinus*, 126, fig. 64; — des Aciculariées, 134; — des Dicotylées, II, 67; 68; 141; 150; 152; 155.
Carruthers (William), I, 235; 236; — II, 35.
Caryophyllées, II, 80.
Caryota, I, 216.
Castanea, II, 122; 198.
Castanea Kubinyi Kov., II, 200.
— *pumila* Mill, II, 199; 200.
— *Ungeri* Hr., II, 199.
— *vesca* Gaertn., II, 199; 200.
Castanées, II, 100.
Castaninées, II, 122; 124.
Castanopsis, II, 122; 198.
Castanopsis chrysocarpa, II, 198.
Casuarina, I, 165.
Casuarinées, II, 51.
Cedrus, II, 145.
Celakovski, II, 55.
Célastrinées, II, 113.
Celastrophyllum, II, 112.
Cellule du canal, I, 122.
Cellules grillagées, I, 133.
Cellules macrosporiques, des Angiospermes, leur rôle, leur antagonisme, I, 198-199.
Cellules mères, de l'embryon, remplacent l'archégone dans l'intérieur de l'ovule, I, 121; — des macrospores, 189; 196; — macrospori-

ques des Angiospermes, 197-198; 201; processus des — de l'embryon chez les Dicotylées, II, 53; — des grains de pollen, 67.
Cellules mères des anthérozoïdes, I, 12.
Cellules végétatives, non distinctes, à l'origine, des cellules reproductrices, I, 9; effacement des — du prothalle, 11.
Celtidées, I, 6; — II, 80.
Celtis, II, 64.
Cénomanien (étage), de Bohême, II, 107; 108; plantes fossiles du — 110; — de Bohême et de Moletein, 112; — d'Europe et d'Amérique, 122; 187; 188.
Cephalotaxus, I, 138, 151; 153.
Cephalotaxus Fortunei Hook., I, 131, fig. 66.
Cephalotus, II, 96.
Ceratonia, II, 86; 88.
Ceratonia siliqua L., II, 211.
Ceratopteris, I, 231.
Ceratozamia, I, 64; 65; 98; 103.
Cercis, I, 198; — II, 64; 86; 87; 88; 92, fig. 122.
Cerris, II, 123; 196.
Cesalpinia, II, 88.
Césalpiniées, II, 87, fig. 122.
Chamædorea, I, 216.
Chamærops, I, 216; — II, 27; 43.
Chamærops excelsa, II, 27.
Chambre pollinique, I, 19; — des graines de Progymnospermes, son rôle, 58, fig. 25; 59, fig. 26; existe à l'état de vestige chez les Cycadées, 60; — des graines de Cordaïtées, 89, fig. 44 et 45.
Chatons, mâles exceptionnellement androgynes des Quercinées, II, 123; — mâles et — femelles, 157.
Cheiranthus, I, 197.
Chondrophyllum Ett., II, 171.
Chondrophyllum tremulæfolium Brngt., II, 171.
Chondrophyton Sap. et Mar., II, 120.
Chondrophyton dissectum, Sap. et Mar., II, 120, fig. 126.
Cicer arietinum L., I, 206.
Cinérites, du Cantal, II, 146; 176; 205.
Cinnamomum, II, 61; 63; 64; 80; 82.
Cinnamomum sezannense Wat., II, 196.
Circonscriptions végétales, leur raison d'être, II, 183.
Cissites formosus Hr., II, 171.
— *insignis* Hr., II, 171.
Cissus L., II, 167, 169; 170; 172; 173.
Cissus capensis Thb., II, 172.
Cissus primæva Sap., II, 172.
— *tomentosa* Lam., II, 172.
Cladophlebis Brngt., II, 185.
Clathraria, I, 60.
Clathropodium Sap., I, 113.
Clathropodium sarlatense Sap., I, 113.
— *Trigeri* Sap., I, 113.
Clathropteris, I, 226; — II, 185.
Clathropteris platyphylla, I, 226.
Codonospermum Brngt., I, 58; 60; 64, fig. 28.
Cœlentérés, I, 3; 7.
Cœlomates, I, 3.
Colocasia, I, 213.
Coléoptères, II, 160; 161.
Combinaisons morphologiques, en vue du croisement, II, 163.
Combinaison organique, d'où sont sorties les Ampélidées, II, 167.
Commélinées, II, 6; 51.
Composées, II, 18.
Comptonia, II, 122.
Cône ou strobile femelle des Aciculariées, I, 134; appareil protecteur par excellence, 154; — androgyne de certaines Abiétinées, 156; nature et conformation des écailles du —, 158; — ou strobile des Conifères, II, 141; — des Abiétinées, 144.
Conifères, I, 6; 44; 62; 63; 77; 82; 86; 90; 93; 100; 132; 147; — vraies, 149; 152; évolution particulière des —, 153; représentent des Aciculariées parvenues au plus haut degré de complexité, 154; 155; sexes séparés de bonne heure chez les —, 156; — primitives, 157; 158; genres de — paléozoïques, 159, fig. 77; type de — paléozoïques, 160, fig. 78; résumé final sur les —, 163; 165; représentent un *summum* de complexité organique, 166; 167; 169; 173; 175; 188; 224; 225; 229; — II, 104; 112; 141.
Coniopteris, II, 185.
Connaracées, II, 92.
Conospermum, II, 80.
Convallaria, I, 198.
Convolvulus, II, 80.
Corallien (étage), de la Meuse, II, 185.
Cordaianthus Grand'Euryi B. Ren., I, 89, fig. 44 et 45.
— *Penjoni* B. Ren., I, 87, fig. 42.
— *Saportanus* B. Ren., I. 87; 88, fig. 43.
Cordaispermum, I, 59.

Cordaïtées. I, 16; 17; 18; 59; 69; 79; longtemps confondues avec d'autres végétaux, 80; port et aspect caractéristiques des —, 81, fig. 39; souche enracinée d'une — encore en place à Saint-Etienne, 83, fig. 40; absence d'anneaux annuels et concentriques dans le bois des — 84; structure anatomique des —, 85, fig. 41; double faisceau foliaire des —, 86; appareils mâles des —, 87, fig. 42 et 43; fleurs ou appareils femelles des —, 89, fig. 44 et 45; affinité présumée des — avec les Salisburiées primitives, 91, fig. 46 et 47; dérivation probable d'un tronc commun dont les — représenteraient la branche principale, 92; 97; 100; 102; 130; 132; 147; 176; 227; 229; — II, 9; 135; 140.
Cordaites, I, 64; 82; 85; 86; 145; 147; 227.
Cordaites lingulatus, I, 81.
— *patulus* Gr., I, 91; 147, fig. 46.
— *principalis* Gein., I, 81, fig. 39.
Cordyline, II, 12.
Coriaria, II, 64; 80.
Cornées, I, 168; — II, 72; 167; 171.
Cornus florida, II, 77.
— *mascula*, II, 80.
Corolle, II, 93; — des Ampélidées, 167.
Corolliflores, II, 163.
Corps nucellaire, des graines de Ginkgo, I, 139.
Corps staminal, des Gnétacées, I, 174-175.
Corpuscules, leur rôle, leur mouvement évolutif, consistant dans leur rapprochement graduel et leur groupement définitif sur le milieu et au sommet de l'endosperme, I, 60; leur forme et leur disposition chez les Salisburiées, 61, fig. 27; — véritables archégones, leur structure et leur rôle au moment de la fécondation, 122; — des Abiétinées et des Cupressinées, 123, fig. 63; leur disparition finale, 124; — de l'*Araucaria brasiliensis*, au moment de la fécondation, 163, fig. 79; — comparés des Taxinées et des Ephédrées, 177, fig. 84; — des *Ephedra*, 178; — du *Welwitschia*, 178-179, fig. 85; leur réduction finale, 189; — homologues des vésicules embryonnaires, II, 56; archégones ou — des Gymnospermes, 135.
Corpuscules polliniques, I, 176; 182.
Corylacées, II, 202.
Corylus americana Walt., II, 201.
— *avellana* L., II, 201.
— *coturna*, II, 201.
— *ferox* Walt., II, 201; 202; 203; fig. 136.
— *heterophylla*, II, 201; 202.
— *Lamottii* Sap., II, 201; 202; fig. 136.
— *Mac-Quari* Forb., II, 200; 201.
— *rostrata*, II, 201.
Cotylédons, ébauche des —, I, 124; — toujours opposés chez les plantes dicotylées, 168; — unique ou feuille primordiale des Monocotylées, II, 15-16, fig. 111; — ou feuilles de l'embryon, 55; — hypogés ou inclus, 58; — des Tiliacées. 59-60, fig. 117; — des Dicotylées représentant un stade foliaire déjà éloigné du stade originaire, 75; réduits à la seule partie vaginale, 79-80; — épigés et foliacés, 81; divergences séparant les — des feuilles normales, 82; — de l'Acer, 84, fig. 119; — des Légumineuses, 84-85; 86-87, fig. 122; — variables chez les Aciculariées, 142.
Couche génératrice, son prompt épuisement chez les Diploxylées, I, 27.
Craie (terrain), supérieure, I, 116; 117; *Cyclopteris* de la —, 140; — d'eau douce supérieure de Fuveau en Provence, 22; 37; types monocotylés de la —, 38; — groënlandaise du système d'Atané, 38; — inférieure de la Haute-Marne, 39; — cénomanienne, 102; — proprement dite, 103; — turonienne de la vallée du Rhône, 206; disposition transgressive de la — cénomanienne, 107; flores locales de la — II, 109; Dicotylées de la —, 117, fig. 125; — d'Upernivik, dans le Groënland, 118; — turonienne de Bagnols, 119; — du Groënland, 124; — campanienne de Provence, 125; — supérieure cénomanienne d'Atané, 194; — américaine du Dakota-Group, 203.
Crassula, II, 95, fig. 123.
Crassulacées, II, 95, fig. 123.
Cratægus, II, 62.
Credneria, II, 108; 118; 119.
Credneria rhomboidea Velen., II, 206.
Crocus, II, 70.
Croisement, son origine, ses avantages; d'abord partiel, puis cons-

tant et normal, II, 28-29; procédé de — dans les fleurs d'*Yucca* et de *Dracæna*, 29-30, fig. 113; effectué forcément entre les fleurs unisexuées, 158; — opéré par l'entremise du vent ou des insectes et favorisé par divers mécanismes de structure, 158-159; phénomènes de —, 159; procédés de — des fleurs hermaphrodites, 162.

Croizier, I, 249.

Crucifères, II, 166.

Cryptogames, leur évolution, I, 1; évolution des — exposée dans un volume précédent, 9; — à spores différenciés, 11; 12; 15; — paléozoïques, 17; 56; 57; 66; 118; 124; 190; 223; — II, 55; 56; 133; 134.

Cryptogames hétérosporées, I, 12; 13; 14; étapes conduisant des — aux premières ébauches phanérogamiques, 14; 18; liaison des — avec les plus primitives des Phanérogames, 32; 122; 189; — supérieures, 190; souche prototypique présumée des types gymnospermiques et angiospermiques, 201; 203.

Cryptogames vasculaires, rattachées aux Archispermes, I, 6.

Cryptomeria, I, 156; 157.

Ctenophyllum, I, 111; 113.

Ctenopteris, II, 112; 185.

Cucurbita, II, 59-60, fig. 117.

Cucurbitacées, leurs feuilles embryonnaires, II, 60, fig. 117; 80.

Cunninghamia, I, 156; 157, fig. 76; 159.

Cunninghamia sinensis, I, 157; fig. 76.

Cupulifères, II, 81; 113; 116; 121; 124.

Cycadées, I, 6; 15; 16; 30; 62; 63; 65; 68; 69; 74; 77; 80; 81; 86; 90; feuilles des —, 93; structure caulinaire des —, 93-94-95, fig. 48; 98; 99; 102; 104; structure et germination de la graine des —, 105, fig. 55; 106, 107; 110; — européennes jurassiques, 111, fig. 59; — éteintes, peu différentes de celles de nos jours, 113; dernières — européennes, 116, fig. 61; 117; 118; 121; 126; 128; 130; 139; 155; 173; 175; 176; 188; 224; 225; 229; 233; 236; — II, 9; 51; 54; 103; 110; 140; 185.

Cycadées prototypiques, présumées, I, 104.

Cycadites, I, 111; 113-114; — II, 185.

Cycadites rectangularis Brauns, I, 111, fig. 59.

Cycadopteris, II, 185.

Cycadospadix Hennoquei Sap., I, 111.

Cycadoxylées, I, 17; 106, fig. 56.

Cycadoxylon Fremyi B. Ren., I, 31; 106, fig. 56.

Cycas, I, 94; 96; 97; 98; 100; 102; 104; 107; 109; 110; 113; 114; 115; 117; 139.

Cycas circinalis L., I, 105, fig. 55.

— *revoluta* Thb., I, 95; 101; 103, fig. 54; 114; — II, 194.

— *Steenstrupi* Hr., I, 114.

Cyclanthées, II, 21; 22.

Cyclanthus, II, 21; 22.

Cycle foliaire des Monocotylées, II, 17.

Cycles ou verticilles successifs des éléments de la fleur des *Yucca*, II, 29; — foliaires des Dicotylées, 66; — de feuilles transformées, 67; — foliaires spiralés, 71; — de feuilles transformées servant de support ou d'entourage aux organes reproducteurs des Dicotylées, 88; — de pièces ou éléments floraux, 90; distribution par — des éléments de la fleur des Dicotylées, 91; détermination des —, de pièces florales, 92; — d'éléments sexués, 94; — formés par le rapprochement et l'ordonnance des parties de la fleur, 156.

Cyclobalanus, II, 123; 198.

Cyclocaryon Brngt., I, 60.

Cyclopitys, I, 228.

Cyclopteris, I, 140.

Cyclopteris crenata, I, 144.

Cylindropodium liasinum (Schimp.) Sap., I, 113.

Cyparissidium, II, 110; 112; 193.

Cyparissidium gracile, II, 193.

Cyperacées, II, 24; 42; 153.

Cyperus, L., II, 42.

Cytisus, II, 62.

Cytisus laburnum, L., I, 197, fig. 91.

D

Dacrydium, I, 149; 151; 152.

Dadoxylon, I, 84.

Dakota-groupe (étage), craie américaine du —, II, 38; flore américaine du —, 111; 112; 113; 122; 123.

Dammara, I, 149; 158; 159.

Dammara robusta Ch. Moore, I, 137.

Dammarées, I, 137.

Daphne, II, 72.

Darlingtonia, II, 79.

Darwin, II, 29; 34.
Dawson, I, 51.
Decaisne (J.), II, 202.
Delpino, II, 29.
Deutzia, II, 96.
Dewalquea, II, 112; 117; 119; 124.
Dialycarpées, Acicularïées —, I, 150; leur axe d'inflorescence appauvri, 150-151; 152; 154; — II, 116; prépondérance originairement acquise aux —, 117.
Dialypétales, II, 114.
Dianthus, II, 77.
Dichoneuron Hookeri Sap., I, 231, fig. 100.
Dicotylées, I, 94; 111; leur première extension, 117; 130; 132; 167; 168; 169; 173; 174; 184; 185; 186; 201; 202; 203; 204; 206; 208; 212; 213; 214; 216; 217; 220; 221; 222; 247; — II, 1; 3; 4; 5; 6; 7; 9; 10; 12; 14; 15; 16; 17; 22; 23; 29; 40; 45; 46; 48; 49; 51; 52; 53; 55; 56; 57; 58; 59; 61; 63; 64; 66; 67; 68; 69; — primitives, 70; 72; 74; 75; 76; 77; 88; 89; 91; — fossiles primordiales, 101; les plus anciennes — ne sont pas antérieures à la craie, 102; 104; distribution probable des plus anciennes —, 105; circonstances ayant entraîné l'extension rapide des premières —, 106; 107; — primitives, 108; 109; — de la craie, 111; 112; 113; — déjà partagées comme maintenant lors de la craie supérieure, 114; prépondérance originaire des types de — dialycarpées, 116; types de — de la craie supérieure, 117, fig. 125; 118; — du turonien de Bagnols, 119; — prototypiques de Bagnols, 120; 121; types de — primitives, 124, fig. 127; résumé de l'évolution des —, 127; 128; 137; 139; 140; 142; 149; 151; 153; 158; 162; 163; 187; particularités relatives à l'extension primitive des —, 189.
Dicranophyllum Gr., I, 44; 92; 144; 146.
Dictamnus albus L., II, 55.
Dictyophyllum, I, 225; — II, 185.
Dictyophyllum Nilssoni Nath., I, 226.
Dictyoxylon, I, 29.
Dilleniacées, II, 90; 113.
Dimorphisme, en quoi il consiste, II, 31; 34; — des feuilles de peuplier, II, 205.
Dioon, I, 100; 113.
Dioonites Schimp., I, 110; 113.
Diospyros, II, 62.
Diplotesta Brngt., I, 57; 59.
Diploxylées, I, 17; leur plan caulinaire, 25, fig. 7; organisation caulinaire des —, 27; — sigillarioïdes, 30; plan caulinaire des —, susceptible d'extension et de modifications, 32; rapport du plan des — avec celui des Cycadées, 94; — II, 51.
Diploxylon Cord., I, 28.
Dipsacées, II, 18.
Diptères, II, 160; 161.
Disposition décussée, propre aux feuilles des Gnétacées, I, 168.
Disque carpellaire, prétendu des *Williamsonia*, sa vraie nature, I, 240.
Disque ou renflement hypogyne, des Ampélidées, II, 167; — des Vitées, 169.
Distribution géographique, des vignes propres, II, 173; — des espèces végétales, gouvernée par l'orographie, les oscillations climatériques et les attenances continentales, II, 180-181.
Division du travail organique, établie et s'accentuant chez les Métaphytes, I, 10; — but de l'évolution végétale, II, 153-154; — sexuel, 155; — plus marquée par suite de la séparation des sexes dans des fleurs ou sur des appareils distincts, 158.
Dolérophyllées, I, 17; 18; 63; grain de pollen d'une —, 64, fig. 24; 67; 68; tige présumée des —, 69, fig. 29; feuilles des —, 70, fig. 30 et 31; bourgeon des —, 71, fig. 32; feuilles et lambeaux d'écorce de —, 72, fig. 33; coupe transversale et structure anatomique d'une feuille de —, 73, fig. 34; organes et appareil mâles des —, 74, fig. 35 et 36; grain de pollen des —, 75; appareil fructificateur présumé des —, 76, fig. 37; 77; 78; 79; 102; 229; — II, 140.
Dolerophyllum, I, 16; 64; 70; 227.
Dolerophyllum Gœpperti Sap., I, 71.
Données embryogéniques, confirmées par les études systématiques, I, 4.
Dorycordaites Gr., I, 82.
Double faisceau foliaire, des Sigillaires, I, 26, fig. 8; — des Dolérophyllées, 73, fig. 24; — des Cordaïtées, 86; — des Cycadées, 93.
Dracæna, I, 40; 212; 333; 334; — II, 8; fig. 109; 12; 21; 31; 32; 40; 43 75; 153; 162.
Dracæna draco L., I, 212; — II, 12; 40.
— *fragrans*, II, 31.
— *Rhumphii*, II, 31.

Dracæna terminalis, II, 12.
— *vetustior* Sap. et Mar., II, 40; 43
Dracénées, I, 222; — II, 8; 18; 31.
Dryophyllum, II, 122; 123; 198; 200.
Dryophyllum Dewalquei, Sap. et Mar., II, 199; 200.
Duchartre, I, 182, fig. 87.

E

Echinodermes, I, 3.
Elatides Hr., II, 144.
Eléments, rayés, réticulés et spiralés, leur distribution dans la région ligneuse des Cordaïtées, I, 84; 85; fig. 41; — constitutifs du strobile, 157, fig. 76; — sexués, leur mode de groupement sur le spadice, II, 20.
Elephas meridionalis, II, 146.
Embryogénie, diffère par les procédés qu'elle suit chez les Gymnospermes et les Angiospermes comparées, I, 196; — des Angiospermes, 200; des Dicotylées, II, 68.
Embryon, sa définition, I, 105, fig. 55; corpuscules donnant naissance à plusieurs, — 122; — proprement dit, 124; téguments protecteurs de l' —, 127; — polycotylédoné des Aciculariées, 135, fig. 67; — du Ginkgo, 139; — du *Welwitschia*, 179, fig. 85; 196; — des Monocotylées, II, 2; — des Monocotylées ne différant pas par sa structure intime de celui des Dicotylées, 15-16; sa position ou orientation dans l'ovule, 46; — des Dicotylées, 52; 55; son processus et sa structure, 56; — normal des Dicotylées, 57; 68.
Émigration, successive d'espèces venues des alentours du pôle, II, 197.
Encephalartos, I, 94; 113; 117.
Encephalartos Gorceixianus Sap., I, 116; 117.
Encephalartos horrida, I, 98; 99; fig. 50, 51 et 52.
Endosperme, assimilé à un prothalle inclus, I, 60; — d'un *Salisburia* ou Ginkgo, 61; — assimilé au prothalle femelle des Sélaginellées, 122.
Endotesta, osseux des *Ginkgo*, I, 139.
Eocène (terrain), I, 161; — de Bolca et des gypses d'Aix; II, 41; 42; 43; — du Puy-en-Velay, 43; — des gypses d'Aix, 113; — de Gelinden, 114; — de Sézanne; 171; — supérieur, 173; — supérieur du Groënland, 207.
Eolirium, II, 40.
Épaississement, graduel en diamètre de certaines tiges de Monocotylées, II, 8, fig. 109.
Ephedra, I, 165; 167; 170; 172; 174; 186; 188.
Ephedra altissima Desf., I, 170, fig. 81, 171, fig. 82; 177, fig. 84; 183; fig. 88.
Ephedra campylopoda, I, 64; 171, fig. 82.
Ephédrées, I, 165; vestiges d'une — paléozoïque, 181
Ephedrites, I, 180, fig. 86.
Épiderme, I, 133.
Époque paléozoïque, organisation des bois primitifs de l' —, I, 40.
Équisétées, I, 36; 37; 46; 225.
Équisétinées, I, 12; 33.
Eriotesta, I, 58.
Eryngium, I, 212; 217; — II, 36.
Eryngium bromeliæfolium, I, 212.
Escalonia, II, 95; 96.
Espèce, apparence sous laquelle elle se montre, II, 129; — gymnospermique, analyse de ses nuances différentielles, 143; — gymnospermique, 147; définition de l' —, 148; point de départ de l' — angiospermique, 149; considérations sur l' —, ce qu'elle est et ce qu'elle a dû être dans le passé, 164; notion de l' —, échappant souvent à l'analyse, 166; signification de l' —, 178-179; — individuelle, son point de départ et ses migrations, 206.
Espèces, venues du pôle, leur rayonnement à travers l'hémisphère boréal, II, 190-191; — primitives de noisetiers, 201, fig. 136; — primitives de peupliers, 203; — de la zone tempérée, primitivement arctiques, 207.
Étamines, des Gnétacées analogues à celles de plusieurs Dicotylées, I, 175; 218; — d'une Aroïdée, II, 20, fig. 112; — des Dicotylées, 52; — anormales du *Rosa chinensis*, 54, fig. 116; 99; 156; — des Ampélidées, 167.
États antagonistes, sporogonien et prothallien, II, 132.
État gymnospermique, son importance reconnue des botanistes, I, 6.
État proangiospermique, sa définition approximative, I, 222.
État végétatif sexué, son atténuation, perte de son indépendance et sa disparition graduelle chez les Progymnospermes, I, 120; son amoindrisssement corrélatif de l'extension du sporogone, II, 132-133.

Étendues continentales, effets de leurs connexions et de leur disjonctions, II, 181.
Ettingshausen, II, 110.
Euphorbes ligneuses, II, 117.
Euphorbia, II, 112.
Euphorbiacées, I, 175; — II, 81; 158.
Euphorbiophyllum, II, 112; 117.
Euphorbiophyllum antiquum Sap. et Mar., II, 117, fig. 125.
Euphratica, II, 203.
Euptelées, II, 125.
Euryale, II, 126.
Euvitis Planch., II, 170; 172; 173; 174; 176; 177.
Évolution des corpuscules tendant à se réunir en groupe vers le milieu et au sommet de l'endosperme, I, 62; —, par séries divergeant d'un point de départ commun, de l'ensemble des plantes supérieures, 67; — particulière des Cycadées, 93; résultats derniers de l' — végétale, 126; caractères de l' — gymnospermique, 127; — particulière des Salisburiées, 136; — particulière des Taxinées, 148; — particulière des Conifères, 153; — particulière des Gnétacées, 164; — sa manière de réaliser le progrès, 189; — des Angiospermes, facile à définir, 197; — organique de l'appendice foliaire chez les Monocotylées, 213; — de l'appendice foliaire, 215, fig. 96 et 97; — spéciale des Proangiospermes, 236; — particulière des Monocotylées, II, 1; — lentement élaborée et conduisant, à des effets très divers, 2; degré d' — moins avancée des feuilles des Monocotylées, comparées à celle des Dicotylées, 9; — de la feuille des Monocotylées, 10, fig. 110; — graduelle des feuilles de Palmiers, 12; — des éléments de la fleur, 19; — des feuilles de Phœnicoïdées, 26; — des parties de la fleur des Monocotylées, 33; — des Lirioïdées, 34; — particulière des Dicotylées, 45; — respective et correspondante des éléments foliaires et floraux comparés, 73-74; — de la feuille des Dicotylées, 75; termes de l' — foliaire, 76; 80; point de départ de l' — foliaire, 82; — morphologique des feuilles de Dicotylées, 88; termes de l' — florale, 89; point de départ de l' — florale des Dicotylées, 89-90; — intérieure des ordres ou familles, 94; marche de l' — à l'intérieur des familles, 95, fig. 123; — florale des Quercinées, 99; structure florale du groupe des Cupulifères expliquée par l' —, 100; ordre d' — des familles des Dicotylées, 115; — des types de Dicotylées à feuilles normalement pinnées, 119; — de certains groupes de Dicotylées, 120-121; — du groupe des Légumineuses, 126; — de l'ensemble des Dicotylées, 127; coup d'œil d'ensemble sur l' — des Phanérogames, 129; — respective des deux branches phanérogamiques, 141; — des deux catégories phanérogamiques, parallèlement poursuivie, 152; — de la feuille angiospermique; 153; but de l' — 153-154; — du groupe des Ampélidées, 167; 170; — particulière des *Vitis*, 173.
Exogènes, I, 40.
Extension géographique, ses effets sur le cantonnement et l'isolement respectif des types spécifiques. II, 171.
Extension organique, nature de ses effets, I, 129; totale ou seulement partielle, 130; résultats de l' —, 131-132; ce qui doit être rapporté à l' — chez les Phanérogames, 136; — de l'appendice foliaire primitif, 153.
Extrême nord, son envahissement par les neiges et les glaces devenues permanentes, II, 213.

F

Faginées, II, 100; 104; 122.
Fagus, II, 111.
Fagus antipofi Hr., II, 200.
— *ferox* Ludw., II, 200.
— *ferruginea* Ait., II, 200.
— *pliocenica* Sap., II, 199, fig. 135.
— *pristina* Sap., II, 200.
— *sylvatica*, L., II, 211.
Faisceaux, descendus des feuilles, II, 4; leur indépendance mutuelle et leur croisement chez les Monocotylées, 5; souvent très nombreux dans chaque provenance foliaire, chez les Monocotylées, 5; distribués au milieu du parenchyme fondamental, 8, fig. 109; — foliaires et caulinaires des Dicotylées anomales, 51; — des Dicotylées normales promptement réunis en anneau, 64; — simples ou doubles des Phanérogames, 137; 138; leur composition, 139; — de certaines Dicotylées dépourvues de connexion cambiale, 151.
Faisceaux fibro-vasculaires, disposés en une zone circulaire chez les

Dicotylées, II, 64; — des Phanérogames, 136-137, divisés en deux régions, l'une ligneuse, l'autre libérienne, 137.

Familles, polycarpées, II, 89; — ordonnées par enchaînement, 94; — de Dicotylées primitives, 111; proportion des — les plus nombreuses, 113; proportion générale des —, 114; — à carpelles distincts, 114-115; — de Dicotylées fixées les premières, 115; — ayant peu varié depuis la craie, 116; — dialycarpées, *ibid.*, — ordonnées par enchaînement, 121; 127; — proangiospermiques, 149; — des Angiospermes, marche qu'elles ont suivie en se constituant, 164; — dites par enchaînement, 165; — répondant à un état organique spécial, 166.

Faune, tertiaire d'OEningen, II, 161.

Favularia, I, 50.

Fayolia, I, 230; 231.

Fécondation, tardive des graines de Salisburiées, de Cycadées et des anciennes graines gymnospermiques, raison d'être de ce phénomène, I, 61; — croisée des Aroïdées, II, 28; — d'une fleur d'*Yucca*, 30, fig. 113; — croisée des *Yucca* et *Dracæna*, par l'entremise des insectes, 31; phénomènes qui suivent la —, 46; — des Dicotylées, 67; — croisée, 97.

Feismantel (O.), I, 107; 243.

Festuca, II. 42.

Feuille, des Monocotylées, sa faible différenciation organique, II, 10; *summum* de différenciation que peut atteindre une — de — Monocotylées, 11, fig. 110; — des Palmiers, son évolution graduelle, 12; caractères généraux de la — des Monocotylées, 13; — des Monocotylées, demeurée plus voisine du point de départ primitif, 14; — primordiale des Monocotylées, 15, fig. 111; — des Monocotylées primitives, 17; — des *Pistia stratiotes* L. et *Mazeli* Sap. et Mar. comparés, 37, fig. 114; — transformée pour servir de support aux macrosporanges, 55; partie vaginale primitive de la —, 64; cotylédons représentant un état de la feuille des Dicotylées, déjà constituée, mais encore flottante, 75; — à limbe rudimentaire des *Sarracena*, 79, fig. 121; — des Dicotylées, demeurée rudimentaire, 80; termes interposés conduisant de la — primitive à la — normale, 83; passage de la — simple à la — composée chez les Légumineuses, 85-86; — à limbe rétréci des Acicul ariées, 140-141; — demeurée variable, des Angiospermes, 152; — des Monocotylées, ses caractères, 153; — normale et — sexuée, d'abord assimilables morphologiquement, 154; — vivante et — fossile du *Smilax mauritanica*, 165, fig. 130; — restaurée d'une vigne prototypique, 172, fig. 131; — et involucre fructifère du hêtre pliocène, 199.

Feuilles, simples des Acicul ariées, I, 133; — des Pins, assimilées à des phyllodes, 135, fig. 67; — du Ginkgo, 137, fig. 68; — du *Salisburia primigenia*, 145, fig. 74; — des *Gnetum*, leur nervation caractéristique, 187, fig. 89; — polymorphes, complexes et variables des Angiospermes actuelles, 203; — des Monocotylées et des Dicotylées, 204; modifications des — chez les Angiospermes, 205; — non encore différentiées des Proangiospermes, 217; — nommées *Yuccites*, 233; — des *Williamsonia*, 238; — des Phœnicoïdées, acquérant graduellement leur structure caractéristique, II, 26; — normales du buis opposées, de même que ses pièces florales, 72; — servant constamment de support aux sporanges des Phanérogames, 136; — axillantes, converties en bractées, 141; — normales des Abiétinées, 143; — — des Abiétinées jurassiques, 144; — primitives, graduellement développées, 150.

Feuille carpellaire, faisant défaut à l'ovule, chez les Gnétacées, I, 186; son repli pour constituer l'ovaire des Angiospermes, 218; — des Dicotylées, sa structure, II, 55; — des Dicotylées, 67; 68; 83.

Feuille embryonnaire, ou cotylédon unique des Monocotylées, II, 16; inégalité des — chez certains végétaux, 57; morphologie des —, 58; — des Dicotylées, 59; — de la courge, 59-60, fig. 117; nervation des —, 61; — des Dicotylées, leurs principales variations morphologiques, 61-62; 64; 80; — des Cucurbitacées, 80-81; 82.

Feuilles primordiales, du *Welwitschia*, I, 184; — des Dicotylées, II, 59; — des *Acer*, 84; — et cotylédonaires comparées, 87, fig. 122;

— des types de Dicotylées à feuilles normalement pinnées, 119.
Feuilles sexuées, des Angiospermes, constituées à l'aide de l'appendice primitif modifié, I, 218; — des Dicotylées, II, 64; — converties en support de sporanges chez les Gymnospermes, 141; leur groupement en inflorescence chez les Gymnospermes, 141; — assimilables originairement aux feuilles normales, 154.
Feuille staminale, faiblement transformée, II, 54, fig. 116; — ou androphylle, 55.
Fibres, ponctuées caractéristiques des Acicularіées, I, 131, fig. 66; — libériennes, 133; — ligneuses du Gingko, 140; — ponctuées ou trachéides des Gnétacées, 168.
Ficus, I, 184.
Ficus carica L., II, 168.
Filiation, des vrais *Cycas*, I, 114.
Filicinées, I, 16; 48; 69; 102; 167; 224; 229; — II, 112.
Flabellaria chamæropifolia Gœpp., II, 38, 110.
— *Lamanonis* Brngt., II, 43.
— *longirhachis* Ung., II, 38; 110.
Fleur, en quoi elle consiste chez les Angiospermes, I, 155; — des Gnétacées, I, 174; — mâle pseudo-androgyne des Gnétacées, 175; — pseudo-androgyne du *Welwitschia*, 184; — demeurée imparfaite des *Gnetum*, 186; — des Monocotylées, son ordonnance, II, 17; son groupement sur un involucre commun, 18; — originairement hermaphrodite chez les Palmiers, 27; — protérandre et — protérogyne, leur rôle dans le phénomène du croisement, 29; — protérogyne des *Yucca*, 30, fig. 113; — protérogyne des *Dracæna*, 32; — des Dicotylées, son histoire, 89; — des Dicotylées, représentant un bourgeon, 90; variations et élimination des parties de la —, 90-91; éléments de la — des Saxifragacées, 95, fig. 123; soudure croissante des parties de la fleur du groupe des Saxifragacées, 96; — femelle des Quercinées, 123; — des Angiospermes, son origine, 141; — du stade proangiospermique, 150; — demeurée longtemps variable dans la disposition de ses éléments secondaires, 152; — constituée par la transformation du rameau sexué primitif chez les Angiospermes, 154; — devenue exclusivement mâle ou femelle, 156; plasticité persistante des éléments de la —, 165; — des Ampélidées, 167; 168.
Fleurs, en panicules plusieurs fois ramifiées, des *Dracæna*, II, 32; — des Dicotylées, 67; — mâles du buis, 72; — les plus anciennes, leurs caractères, 89; — normalement unisexuées des Quercinées, offrant une récurrence vers la structure hermaphrodite, 97, fig. 124; — du châtaignier, 99; — femelles involucrées du groupe des Cupulifères, 100; — réduites graduellement des Cupulifères, 122; normalement unisexuées, exceptionnellement androgynes des Quercinées, 123; — devenues unisexuées et groupées à part, 157; — hermaphrodites, plus nombreuses chez les Angiospermes que les — unisexuées, 157; — sécrétant le nectar, 159; — hermaphrodites, leurs procédés de croisement, 162; — hermaphrodites, groupées en inflorescence, 163.
Flore, sa transformation après le temps des houilles, I, 225; — carbonifère d'Europe, 229; — du Dakota-group, II, 111; — campanienne de Haldem, 123; — infracrétacée, 145; — de Sézanne, 172; — jurassique, comprenant deux associations distinctes, 185; — jurassique, sa pauvreté et son uniformité, 186-187; — de Sézanne et de Gelinden, 195; — miocène de l'île Sachalin et de l'Alaska, 203; — crétacée d'Amérique, 206; — tertiaire du Lignitic, 207; — alpine et — arctique comparées, leur étroite affinité, 209; — pliocène et — actuelle comparées, 211; — alpine et — arctique, ce qu'elles représentent, 211-212.
Fluviales, I, 184; — II, 23, 38.
Folioles, leur origine, II, 84.
Forest-bed, ou pliocène supérieur d'Angleterre, II, 146.
Formation discoïde accrescente, servant de base et d'enveloppe à l'ovule des Taxinées, I, 152.
Formation pluricellulaire ou résidu prothallien occupant l'intérieur des grains du pollen des Proangiospermes, I, 63; 64, fig. 28; — à l'intérieur des grains de pollen des Dolérophyllées, 75, fig. 36; dé-

but de la — à l'intérieur des grains de pollen des Cordaïtées, 89, fig. 45.
Formules phyllotaxiques, leur signification, II, 81.
Fougères, I, 6; 12; 78; — II, 104; caractérisées par la différenciation du thalle primitif, 192; 225; 232; — à formes largement développées, 185.
Francoa, II, 96.
Fraxinus, II, 62; 64; 83.
Frenelites Reichii Ett., II, 110.
Freycinetia, II, 21; 22.
Freycinétiées, II, 22.
Fruit, présumé d'une Phœnicoïdée primitive, II, 39, fig. 115; — polycarpé, syncarpé et apocarpé, 55.
Fruits, de Pandanées, conformés extérieurement comme les *Goniolina*, I, 249; — apocarpés et syncarpés, II, 89; — libres ou adhérents, 116.
Furcroya, II, 234.
Furcroya australis Harv., I, 234.
— *gigantea* Vent., I, 234.
— *longæva* Harv. et Zuck., I, 234.

G

Gaine ou appendice vaginal primitif, compose à elle seule le plus souvent toute la feuille des Monocotylées, II, 9; sa persistance chez les Monocotylées, 10; 13; forme à elle seule originairement toute la feuille des Arécinées, 25; — phylloïde des Phœnicoïdées primitives, 26.
Gamopétales, II, 114.
Gangamopteris, I, 226; 227; 229.
Garumnien (étage), d'Auzas, II, 38; correspond à la craie supérieure d'eau douce, 105; 109; — de Barjols, 110.
Gaudry (A.), I, 248; 249.
Geinitz, I, 48; 107.
Geinitzia cretacea Ung., I, 157.
Genres, base sur laquelle se trouvent établis les — d'Ampélidées, II, 168.
Ginkgo, traits caractéristiques, I, 136; 139; 140; 142; 147.
Ginkgo Kæmpf., I, 64; 92; 136; 137; 139; 140; 141; — II, 194.
Ginkgo biloba Kæmpf., I, 61, fig. 27; 136.
Ginkgophyllum Sap., I, 92; 144; 145; 146; 158.
Ginkgophyllum crenatum (Brauns) Sap. et Mar., I, 144, fig. 72.
Ginkgophyllum flabellatum (L. et H.) Sap. et Mar., I, 91, fig. 47; 92; 146.
— *Grasseti* Sap., I, 145.
— *Kamenskianum* Sap. et Mar., I, 144, fig. 73.
Gladiolus, II, 70.
Gleditschia, II, 88.
Gleichéniées, II, 110.
Glossopteris, I, 227; 229.
Glossozamites, I, 142.
Glumacées, II, 24; 25; 26; 35; 38; 42.
Glyptolepis, I, 157.
Glyptostrobus, I, 40; II, 194.
Glyptostrobus gracillimus Ett., II, 110.
Gnétacées, I, 6; 80; 165; caractères généraux des —, 167; connexions génétiques des —, 169; organes reproducteurs des —, 170, fig. 81; homomorphie de leurs appareils mâle et femelle, 173; situation terminale de l'ovule des —, 173; mouvement de transformation de leurs appareils sexués, 174; fleur mâle pseudo-androgyne des —, 175; grains de pollen des —, 176; fleur femelle et ovule des —, 176-177; organe femelle des —, 177, fig. 84; ovule des —, 178; organes végétatifs caractéristiques des —, 183, fig. 88; 185; prompte réduction de l'axe sexué des —, 186; 187; conclusions sur les —, 188.
Gnetum, I, 165, — 188, fig. 83 et 89.
Gnetum gnemon, I, 188.
— *scandens*, I, 187.
Gœppert, I, 72.
Goldenberg, I, 51; 52, 53.
Goniolina d'Orb., I, 233; 234; 236; 247; 248, fig. 106; 249.
Gorceix, I, 116; 117.
Gossypium, II, 63; 88.
Graine, des Gymnospermes, I, 125; — des *Walchia*, 159.
Graines converties en silice, des environs d'Autun et de Saint-Etienne, I, 57; — comparées à celles des Gymnospermes actuelles, 58-59, fig. 25 et 26; leurs caractères communs et leurs diversités apparentes, 59-60.
Grains de pollen, leur rôle dans la fécondation des Phanérogames, I, 13; — à peu près unicellulaires chez les Angiospermes, pluricellulaires chez les Progymnospermes, 63; structure et dimension com-

parées des —, 64, fig. 28; variations dans la dimension des — fossiles, leur accroissement et leur subdivision cellulaire graduellement accusés, 65; — des Dolérophyllées, 75, fig. 36; proportion relative, forme et segmentation intérieure des — des Cycadées, 102; — du *Pinus pinaster* L., 119, fig. 62; — ou microspores, engendrés quatre par quatre, 121; leur marche à travers les tissus ramollis jusqu'à l'orifice des corpuscules, 122; — devenus en apparence unicellulaires, 124; — ou microspores du Ginkgo, 137, fig. 68; — des Gnétacées et des Cordaïtées comparés, 176; leur structure acquise graduellement, 194; — des Angiospermes, 195, fig. 90; — leurs diversités de structure chez les Dicotylées, II, 53; segmentation rudimentaire des — des Dicotylées, 53-54; cellules mères des —, 67.

Graminées, I, 13; — II, 24; 26; 33; 69; 153; 158; 166.

Grand'Eury (Cyrille), I, 33; 41; 47; 48; 50; 51; 52; 53; 57; 69; 74; 76; 80; 82; 83; 109; 135; 145; 159.

Gunn (Rév.), II, 146.

Gymnospermes, leur définition, I, 13; — propres, 14; états primitifs des —, 15; 44; — vraies, 48; — proprement dites, 68; 80; 91; — vraies, 93; — propres, 102; — propres, 118; 124; 125; 127; — partagées en plusieurs séries juxtaposées, 128; 132; 167; 173; 175; 176; 177; 188; 194; 195; 196; 199; 200; 201; 219; 223; 224; — II, 49; 53; 54; 56; 137; 138; 140; 141; 143; 149; 150; 152; 156; 158.

Gymnospermes primitives, leur définition, I, 13.

Gymnospermie, spéciale des Cordaïtées, I, 92.

Gynécée, des *Magnolia*, I, 246; — des Monocotylées, sa symétrie, II, 17; ses adhérences avec les autres éléments de la fleur, 18; — des *Dracæna*, 32, — ou réunion des carpophylles, 88; 93; — des *Nymphæa*, 126.

Gypses d'Aix (étage), leur flore fossile, II, 113; 195; 204.

H

Hæmatoxylon, II, 88.

Hakea, II, 64.

Hamamélidées, II, 72; 84; 113; 118.

Hanstein, I, 73; — II, 56.

Hedera, II, 62; 80.

Hedera caucasica, II, 80.

— *helix* L., II, 62, fig. 118.

Hédérées, II, 80.

Heer, I, 142; — II, 38; 42; 105; 111; 145; 173; 190; 198; 200.

Helicteres, I, 131.

Helléborées; II, 76; 117; 119; 124.

Hélobiées ou fluviales, II, 38; 41; 42.

Helosis, I, 236.

Hémiptères, II, 160; 161.

Hépatiques, I, 192.

Hérédité, son action pour fixer et rendre permanents les caractères acquis, II, 127.

Hétérostylie, entraîne le croisement, II, 163.

Hettange, gisement de —, I, 233.

Hexapterospermum Brngt., I, 58.

Hildebrand, II, 29.

Homomorphie, des appareils mâle et femelle des Gnétacées, I, 173.

Hooker, I, 179; 182; — II, 209.

Horizon, de la craie supérieure, II, 38.

Hydrocharidées, II, 38; 42.

Hymenea, II, 86; 88.

Hymenea Courbari, II, 86, fig. 122.

Hymenoptères, leur rôle dans la fécondation croisée, II, 31; 160; 161; 162.

Hypoderme, I. 133.

I

Ielovick, I, 145.

Indigofera, II, 85.

Inégalité absolue des notions d'ordre, de genre et d'espèce, selon les groupes considérés, II, 128.

Inflorescence, mâle ou femelle des Taxinées, ses caractères, I, 90; feuille de l' — mâle portant directement les logettes à pollen, chez les Conifères, 156; ovules développés à l'aisselle des feuilles de l' — femelle, chez les Conifères, 156; — des Gnétacées reproduisant quelques traits de celle des Angiospermes, 166; — garnie de bractées du *Welwitschia*, 173; — des *Williamsonia*. I, 246; — des Dicotylées, II, 57.

Influence des milieux, sur le règne végétal, II. 180.

Infracrétacé (terrain), II, 46; 103; golfe —, 104; 105; 187.

Infralias, I, 142; — de Seinstedt, 144; — de la Moselle, 247; — II, 36; — de Mende, 185.

Insectes, I, 3; 4; 7; — friands de pollen, 30; catégories d' — vivant

du suc des fleurs, II, 159; catégories d' — intervenant pour effectuer le croisement, 160; leur adaptation croissante au régime des fleurs, 161.
Involucre, des *Williamsonia*, I, 238; — entourant le spadice mâle du *Williamsonia gigas*, 239, fig. 103; moule d'un — de *Williamsonia*, 241; — du *Williamsonia pictaviensis*, 243, fig. 104; — du *W. pictaviensis* plus petit que celui des *Williamsonia* du Yorkshire, 245; — des fleurs femelles du groupe des Cupulifères, II, 100; 156; — fructifère du hêtre pliocène du Cantal, 199, fig. 135.
Iridées, II, 18; 33; 34; 153.
Iris, II, 44.
Isoétées, I, 52; 65.
Isoetes, I, 20; 48.

J

Juglandées, II, 59.
Juncus, II, 42.
Juniperites, I, 163.
Juniperus, I, 163.
Juniperus virginiana, I, 123.
Jura (terrain), I, 117; Abiétinées du —, 144.
Jurassique, flore soi-disant — de la Sibérie altaïque, I, 227; 236; — des Indes orientales, 247; type proangiospermique du terrain —, 248; Abiétinées du — polaire, II, 144; époque —; immobilité relative de la végétation à l'époque —, 186-187.

K

Kaidocarpus Hr., I, 234.
Keuper (terrain), I, 110.
Kimméridien (étage), de Ruelle (Charente), I, 249; — de Cirin et d'Armaille, II, 185.
Kutorga, I, 71; 232.

L

Labiées, I, 6.
Laccopteris II, 185.
Langsdorfia, I, 236.
Lapageria rosea, II, 11, fig. 110.
Lapparent (de), II, 105; 106.
Laricées, II, 143.
Larix, I, 64.
Larix europæa. I, 119.
Latania, II, 43.
Lathyrus, II, 85.
Lathyrus aphaca L., II, 85.
Lathyrus nissolia, II, 85.
— *ochrus*, II, 85.
— *sylvestris*, I, 195, fig. 90.
Lauracées, II, 90.
Laurinées, II, 66; 80; 81; 82; 113; 114; 115; 116; 121; 166.
Laurus, II, 62; 82; 112.
Laurus nobilis, L., II, 63, fig. 119.
— *prætavia*, II, 117.
Leea, II, 167; 168.
Léacées, II, 168.
Légumineuses, leurs feuilles primordiales et normales comparées, I, 205; — instructives au point de vue de l'origine des folioles, II, 84; passage des feuilles simples et primordiales aux feuilles composées des —, 85-86; 90; 92; 93; 114; 116; 121; 126; 127.
Leguminosites, II, 112.
Lemna, II, 2, fig. 107.
Lemnacées, II, 3.
Lepidobalanus, II, 123; 196.
Lépidodendrées, I, 12; 16; leur rang élevé parmi les Cryptogames hétérosporées, 18; degré supérieur de perfectionnement organique de certaines —, 20; type caulinaire des — 21, fig. 3; 22-25, fig. 4, 5 et 6; 30; 48; 56; 224; 229.
Lepidodendron, I, 225.
Lepidodendron Harcourtii With., I, 22-24, fig. 5 et 6.
— *Jutieri* B. Ren., I, 23.
— *rhodumnense* B. Ren., I, 19-21, fig. 1 et 2, 29, fig. 4.
Lépidoptères, leur rôle dans la fécondation croisée, II, 31; 160; 161.
Lepidoxylon Lesq., I, 92; 144.
— *anomalum* Lesq., I, 144.
Leptocaryon Brngt., I, 58; 59.
Leptocaryon avellana Brngt., I, 60.
Leptostrobus, I, 157.
Leptostrobus microlepis, Hr., I, 157, fig. 76.
Lesquereux (L.), I, 80; 82; II, 111; 173.
Lias (terrain), insectes du — inférieur d'Angleterre et de Schambelen en Suisse, II, 160.
Liber, des Aciculariées, I, 133; fibres du — des Ginkgos, 140; éléments grillagés du — des Gnétacées, 167.
Lignites du Soissonnais (étage) II, 198.
Lignitic (terrain), flore américaine du —, II, 173; 195.
Ligule, des feuilles de Graminées, sa signification morphologique, II, 13.
Ligustrum L., II, 83.
Liliacées, I, 6; 73; — II, 8; 18.

Liliflores ou Lirioidées, II, 12; 24; 27; 33; 36; 40; 43; 41.
Limbe, de la feuille normale des Angiospermes, son origine, I, 208; — sa présence et ses caractères chez les Graminées, II, 13; — foliaire primitif, ses caractères, 25; son développement et son origine, 75; son amoindrissement et sa disparition dans certains cas, 76; — palmé ou pinné, son origine, 81.
Liquidambar, II, 194.
Liriodendron islandicum Hr., II, 194.
— *Meckii* Hr., II, 124, 194, fig. 127.
— *Procaccinii* Ung., II, 194; 207.
Liriopsis figo Lour., II, 77, fig. 120.
Litsæa, II, 64; 82.
Loges ou sacs polliniques, des Cordaïtées, I, 88; — des Cycadées, 102, — des Acicularièes, 133; — du Ginkgo, 138; — des Gnétacées, 175; — élaborés à l'aide de l'appendice primitif, 218; — des Dicotylées, II, 67.
Loges microsporangiques ou sacs d'anthères des Dicotylées, II, 67.
Lomatopteris, II, 885.
Loranthacées, I, 165; 169; 174; 178; 186; — II, 72; 120.
Lower Coal-mesasures, I, 226; 227.
Lower-Gondwanas (étage), de l'Inde, I, 226.
Ludwig, II, 146.
Luersen, I, 53; 54; 119.
Lycopodinées. I, 6; 12; — hétérosporées, 18; stade des —, 125; 193.

M

Macrosporange, assimilé à l'ovule, I, 11; 12; conjectures relatives au — des Sigillaires, 56; — des Cordaïtées, 90; — des Cycadées, 104; 120; — à une seule macrospore des Gymnospermes, 121; — ou ovule des Acicularièes, 133; 193; — des Phanérogames, 196; — des Monocotylées, 11, 15; — ou ovule des Dicotylées, son support ou carpophylle, 55; représenté par la nucelle, 55; — des Dicotylées, 67; 68; — pédicellé des Angiospermes, 135; 139; 150.
Macrospores, assimilées au sac embryonnaire des Phanérogames, I, 11; — germant sur place, 12; — du *Lepidodendron rhodumnense*, 19, fig. 1; coupe transversale du tissu intérieur d'une — du même type, 20, fig. 2; 48; — des Sigillaires, 56; leur réduction finale, 189; réduction des — par celle du système prothallien, 193; 195; 196; — privilégiées des Gymnospermes, 197; concurrence entre les macrospores privilégiées des Angiospermes, 198; anticlines correspondant à des — avortées, II, 56; — des Dicotylées, 67; 68; 133; réduction et antagonisme des — chez les Angiospermes, 435.
Macrozamia, I, 101; 113; 114; 115.
Macrozamia longifolia Miq., I, 101.
Maestrichtien ou Danien (étage), II, 110.
Magnolia, I, 218; 219; 246; fig. 98; — II, 90; 91; 112; 125.
Magnolia (*Liriopsis*) *figo* Lour., II, 77, fig. 120; 178.
Magnoliacées, II, 17; 48; 90; 97; 116; 124.
Majanthemophyllum cretaceum Hr., II, 38.
Malvoïdées, II, 115; 118.
Mamelon d'imprégnation, I, 60; — Situé à la partie supérieure de l'endosperme d'une graine de Ginkgo, 61, fig. 27.
Mamelon nucellaire, des Proangiospermes, I, 61, fig. 27.
Mammifères, I, 4; 7.
Mangifera, II, 92.
Manicaria Gœrtn., II, 43.
Marche évolutive, des genres et des familles de certains groupes d'Angiospermes, II, 121; — des Quercinées, 122-123; — de l'ensemble des Dicotylées, 127-128; — des Ampélidées, 169.
Mârnes a Tripoli, de Ceyssac, II, 205.
Martins (Ch.), II, 209.
Massalongo, II, 39.
Megalopteri I, 77.
Megalopteris abbreviata Lesq., I, 78.
— *Dawsoni* Hart., I, 78.
— *fasciularis* Lesq., I, 78.
— *marginata* Lesq., I, 78.
— *Southwalii* Lesq., I, 78.
Méliacées, II, 119.
Ménispermées, I, 167; 185; — II, 80; 113; 116; 116.
Menispermum, II, 112.
Mérostomates, I, 45.
Mésophylle, des feuilles du Ginkgo, sa structure, I, 138.
Mesotesta, I, 139.
Mespilus pyracantha, II, 210.
Métagymnospermes, leur définition, I, 14.
Métaphytes, soumises à la loi de la

division du travail organique, I, 60; 191; — primitives, 192.
Micropyle, II. 68.
Microptelea, II, 197.
Microsporange, assimilé à l'anthère, I, 120; — ou loge pollinique des Acicularièes, 133; — des Cryptogames, 175; 193; son évolution, 194; — des Monocotylées, II, 15; — ou loge pollinique des Dicotylées, 54; 67; 139; 150.
Microspores, assimilées aux grains de pollen des Phanérogames, I, 11; transformées en un appareil vésiculaire, 12-13; — du *Lepidodendron rhodumnense*, 19, fig. 1; affinité présumée des — de Sigillarinées avec celles des Cryptogames, 57; — des Cordaïtés, 90; — des Progymnospermes, évoluant vers une simplification croissante, 102; 120; — des Cryptogames supérieures, 121; 193; donnent naissance au grain de pollen et comment, 194; leur structure chez les Angiospermes, 194; — ou grains de pollen des Angiospermes, 195, fig. 90; — ou grains de pollen des Dicotylées, II, 54; 67; leur réduction, 133.
Migrations, phénomènes des —, II, 190; — et localisations, 196; — polaires, 208.
Milieu, aquatique, son action sur l'organisme végétal, I, 2; — marin, uniformité de son action, I, 4.
Mimosées, II, 173.
Miocène (terrain), de Coumi (Eubée), I, 116; 117; — inférieur, II, 17; — d'Œningen, 41; 42; — inférieur d'Armissan, 43; 44; — d'Europe, 194; — falunien, 197; — inférieur, 198; 200; — inférieur de Ménat et de Saint-Zacharie, 201; — récent de Montajone, 205; 207.
Mollasse (étage), suisse de la Schrotzburg, II, 43; 207.
Mollusques pulmonés, I, 3.
Monde végétal actuel, comment il est sorti des révolutions antérieures, I, 6; — sa dépendance du monde, des insectes au point de vue du croisement, II, 159.
Monocotylées, pourvues de tiges à grossissement continu, I, 40; 184; 201; 202; 203; 204; 206; 210; 212; 214; 216, 217; 221; 233; 245; 247; 249; — II, 1; plan caulinaire des — 1-2; 3; caractères organiques des —, 3-4; 5; 6; 7; 9; feuille des —, 22; 23; 29; 33; — Glumacées, 34; — primitives, 35; 37; 40; 45; 48; 50; 52; 53; 56; 57; feuille embryonnaire des —, 58; 64; 67; 69; 70; 71; 74; 76; 137; 138; 139; 140; 142; 149; 151; 153; 158; 162; 163; 165.
Monoecie et Dioecie, II, 67.
Monte-Vegroni, Palmiers tertiaires de —, II, 39.
Morées, II, 80; 82; 116.
Morière, (J.), I, 235; 242; 244.
Morphologie des organes végétatifs, chez les anciennes plantes, I, 17.
Mousses, I, 2; 192.
Mouvement, antagoniste, entraînant la lutte, puis l'élimination des cellules mères des macrospores, I, 189; — de diffusion des Peupliers, II, 204.
Mouvement évolutif, complexité croissante de l'organisme, sous l'impulsion du —, I, 124; — des parties de la fleur, II, 33; — tendant à favoriser la division du travail organique, 154; — modifiant les pièces florales, 157.
Müller, II, 160; 161.
Munier-Chalmas, II, 172.
Musa, II, 43.
Musacées, II, 12.
Muscadinia, II, 170; 174.
Musophyllum, II, 43.
Myriapodes, I, 3; 4; 7.
Myrica, II, 122.
Myricées, II, 115; 121; 122.
Myristicacées, II, 81.
Myrsinées, II, 121.
Myrtacées, II, 113; 116.
Myrtophyllum, II, 112.

N

Najadées, I, 2; — I, 36; 42.
Najadita Buchm., II, 37.
Najadita lanceolata Brod., II, 37.
— *obtusa* Buchm., II, 37.
— *petiolata* Buchm., II, 37.
Najas, II, 41.
Nathorst (A), I, 114; 236; 242; 243; 247; — II, 195.
Naudin (Ch.), I, 182; 184.
Nélumbiées, II, 52; 116.
Nelumbium, II, 51; 79; 125; 126.
Nelumbium luteum, II, 79, fig. 121.
— *provinciale* Sap., II, 125, fig. 128.
— *speciosum*, II, 6, fig. 108.
Néocomien (terrain), II, 109.
Népenthées, II, 51.
Nerium, II, 210.
Nervation caractéristique, des feuilles de *Gnetum*, I, 487, fig. 89; —

des feuilles embryonnaires, II, 61.
Névroptères, II, 160.
Niederschoena, cénomanien de, II, 122.
Nipa, I, 216; — II, 11; 40.
Nipa fruticans, I, 215, fig. 97.
Nipacées, II, 22; 37.
Nœggerathia,, I, 80; 107; 110; 146; 231.
Nœggerathia cyclopteroides Gœpp., I, 72.
— *flabellata* Lindl et Hutt., I, 92.
— *foliosa*, I, 107; 108; 146.
Nœggerathiées, I, 107.
Nœggerathiopsis, I, 227; 229.
Noyau réceptaculaire, du *Williamsonia Morierei*, I, 248.
Nucelle, des Gymnospermes, I, 121; — de l'*Araucaria brasiliensis*, 163, fig. 79; — macrosporangique des Angiospermes, 197; — représente plus particulièrement le macrosporange dans l'ovule des Angiospermes, II, 56.
Nymphæa, II, 126.
Nymphéacées, I, 2; 222; — II, 5; 6; 17; 48; 52; 90; 121; 125; 126;
Nymphéinées, II, 79, fig. 121; 125; fig. 128; 126.

O

Olea, II, 64; 83.
Ombellifères, II, 76; 93; 166.
Oolithe (terrain), inférieure de Châtillon-sur-Seine, I, 114; 140; — de Kajamündung, 141; — d'Irkutsk, 142; — du Yorkshire, 235; — de Scarborough, 247; — II, 103; 145; — de Scarborough, 185; — inférieure d'Etrochey, 185.
Oiseaux, I, 4; 7.
Oligocène, II, 197.
Orchidées, II, 33; 34; leurs fleurs construites en vue du croisement par les insectes, 163.
Ordonnance florale, des Monocotylées, dérivant de leur ordonnance phyllotaxique, II, 17; — des Spadiciflores, complexe, promptement fixée et par cela même inadaptive, 19.
Ordonnance phyllotaxique, des Monocotylées, II, 17; — des Dicotylées, 66; 69; — du Gui, 72; 73; 81; — opposée dans une direction, spiralée dans l'autre, 81.
Organes appendiculaires, leur opposition constante chez les *Ephedra*, I, 180.
Organes caractéristiques, des *Salisburiées* jurastiques, I, 141, fig. 70; — des *Baiera*, 143, fig. 72; — des Gnétacées, 183, fig. 88; — des Corylacées vivantes et fossiles, 201, fig. 136.
Organes femelles, des Cycadées, I. 103, fig. 54; — et fécondation des Abiétinées et des Cupressinées, 123, fig. 63; — ovules ou macrosporanges des Acicularices, 134; — du Ginkgo, 139, fig. 60; — d'une Ephédrée paléozoïque, 181, fig. 86; — des Phanérogames, ramenée aux seules parties indispensables, II, 134; des Acicularices, ne dépendant pas de la même génération que les organes mâles des mêmes plantes, 141.
Organes floraux, du groupe des Saxifragacées, II, 95-96, fig. 123.
Organes foliaires, leur différenciation graduelle, II, 77, fig. 120.
Organes fructificateurs, du Ginkgo, I, 139, fig. 69; — des Taxinées, 151, fig. 75; — des *Williamsonia*, leur structure, 245, fig. 105.
Organes males, des Cordaïtées, I, 87-88, fig. 42 et 43; — des Cycadées, 101, fig. 53; — des Abiétinées, 119, fig. 62; — des Gnétacées, leur comparaison avec ceux des Taxées et des Cordaïtées, 176; — des Phanérogames, II, 134; — et organes femelles ne dépendant pas de la même génération, chez les Acicularices, 141.
Organes reproducteurs, graduellement localisés, I, 9; notions sur les — 17; — des Dolérophyllées, 75; fig. 35 et 36; 76, fig. 37; — des Cordaïtées, 81, fig. 39; — des Acicularices, 133; — des Gnétacées, 170, fig. 81; — des *Ephedra* et *Welwitschia*, 171, fig. 82; — des *Gnetum*, 175, fig. 83.
Organes sexuels, tantôt rapprochés, sur la même inflorescence, tantôt séparés sur des supports différents, chez les Phœnicoïdées, II, 27.
Organisme, d'abord simple et flexible, graduellement plus complexe, II, 129; stabilité totale ou partielle et variabilité de l —, 130.
Orographie, ses variations, II, 181.
Orthoptères, II, 160; 161.
Ostracés, I, 248.
Ostryopsis Davidiana, Dne, II, 202.
Osiris alba, II, 71.
Otozamitées, section des — I, 113.
Otozamites, I, 111; 225; — II, 185.

Ottelia, II, 41.
Ovaire, sa constitution, I, 127; — à six pans d'une Spadiciflore, II, 20, fig. 112; — bicarpellé des Myricées, 121; — devenu infère des Nymphéacées, 126.
Ovule, ou macrosporange des Cycadées, I, 104; — des *Nœggerathia*, 108, fig. 57; — érigé à la surface des folioles carpellaires des *Nœggerathia*, 110; — assimilé au macrosporange, 121; — à un seul tégument des Gymnospermes, 121; — simplification des éléments constitutifs de l' — par la disposition des corpuscules, 124; — ou macrosporange des Acicularièes, 133; — développé à l'aisselle des feuilles de l'inflorescence femelle chez les Conifères, 156; — des Gnétacées, à quoi il correspond, 172; — sa situation au-dessus des androphylles, au sommet de l'axe floral des Gnétacées, 173; — structure anatomique de l' — des Gnétacées, 178; — imparfaitement protégé des Gnétacées, 185; — des Gnétacées, dépourvu de feuille carpellaire 186; — des Phanérogames, 196; — des Proangiospermes, assimilé au macrosporange et naissant de l'appendice foliaire primitif, 218; — présence et nature de l' — II, 46; — des Dicotylées, 52; — des Dicotylées, ses rapports avec l'appareil femelle des végétaux de cette classe, 55; — des Dycotylées, 67; — des Dicotylées, bientôt fixé dans ses éléments essentiels.
Oxfordien (étage), des Vaches-Noires, I, 242; — des environs de Poitiers, 243; — des Vaches-Noires, 244.

P

Pachyphyllum Sap., I, 225; — II, 185; 186.
Pachytesta Brngt., I, 58; 60; 63, fig. 28; 64; 102.
Pæonia, II, 52.
Pæoniées, II, 117.
Palæocyparis Sap., II, 185.
Palæophœnix Aymardi Sap., II, 40; 43.
Paléocène (étage), de Gelinden, II, 123; — de Sézanne, 171; 195.
Paléozoique (terrain), I, 223; 227; 229.
Palmiers, I, 216; — II, 6; 11; 12; 24; — leurs feuilles juvéniles, 25; sexes tantôt réunis, tantôt séparés sur des pieds ou des supports distincts, chez les —, 27; leur apparition, 38; — européens fossiles, 39, fig. 115; — primitifs, 43; 111; 158; 162; 195.
Palissya, II, 185.
Pandanées, I, 222; 246; 248; 249 — II, 6; 10; 21; 28; 35; 51; 153; 157; 162.
Pandanus, II, 21; 22; 40.
Panicum L., II, 42.
Parenchyme, libérien, I, 133.
Parnassia palustris, II, 80, 96.
Périanthe, campanulé des fleurs de Faginées, II, 100.
Périgone, II, 17.
Périsperme, ou albumen, I, 200; — II, 68; 152.
Permien (terrain), rouge du gouvernement de l'Oural, I, 71; 110; — de Lodève, 143; — de l'Oural, 144; — supérieur de Lodève, 145; — rouge de Russie, 146; 224; 226; 231.
Persea, I, 217.
Pétale, I, 217.
Pétiole, faiblement particularisé de la feuille des Graminées, II, 13; dégagé du sommet de la gaine foliaire, 25; — graduellement réduit des feuilles de Dicotylées, 75.
Phanérogames, économie du mouvement organique dont elles sont l'expression, I, 10; leurs caractères distinctifs, 13; 14; 15; — primitives, 16; 27; — primitives, peu distantes des Cryptogames hétérosporées, 33; 40; 56; grains de pollen des — primitives, assimilés à de véritables microspores, 65; 66; 74; 103; 127; 167; 176; marche évolutive des —, 184; — II, 3; 133; 134; 136; 138; 139; 180.
Phanérogamie, en quoi elle consiste, I, 120.
Phase, végétative agame, tendant vers une culmination par l'atténuation corrélative du prothalle, I, 10; — sexuée, réduite à la seule opération fécondatrice, chez les Progymnospermes, I, 120.
Phénomènes antagonistes, de stabilité et de variabilité. II, 131.
Philadelphus, II, 62; 96.
Phœnicoidées, II, 24; prototype des — 25; 26; 27; 38; 39; 42-43.
Phœnix; II, 58.
Phœnix dactylifera L., II, 40,
Phragmites Trin., II, 42.
Phryganides, II, 161.
Phyllocladus, I, 152; 167.
Phyllotaxie, II, 64; — des Dicotylées, 66; — et anthotaxie, 71; 81.

Phyllotheca, I, 227; 228.
Picea, II, 144.
Picea vulgaris, I, 123.
Pimelea, II, 72.
Pinites Nilssoni Nath., II, 144.
Pins, I, 126; organes foliaires des — 135, fig. 67.
Pinus L., I, 162; — II, 145.
Pinus albula Ludw., II, 146.
— *Coemansi* Hr., II, 145.
— *excelsa*, I, 131.
— *microphylla* Hr., II, 144.
— *Nordenskioldi* Hr., II, 144.
— *pinaster* L., I, 119.
— *pinea* L., I, 135, fig. 67.
— *prodromus* Hr., II, 145.
— *pumilio*, I, 126.
— *sylvestris* L., I, 135, fig. 67.
Pipéracées, II, 185; — II, 51; 81; 81.
Pistacia L., I, 92.
Pistacia lentiscus, II, 211.
— *terebinthus*, I, 309.
Pistia, I, 232; — II, 22; 37; 40.
Pistia Mazeli Sap. et Mar., II, 87; fig. 114.
— *stratiotes* L., II, 57, fig. 114.
Pistiacées, II, 3; 21.
Pistil, des fleurs protérogynes, II, 29; fleurs à — simple, 89.
Plan, des Araliacées et Ombellifères réunies, arrêté de bonne heure dans ses lignes fondamentales, II, 93.
Plan caulinaire, son importance pour l'étude du stade progymnospermique, I, 11; — des Lépidodendrées, 21-25, fig. 3, 4 et 5; — des Diploxilées, 25, fig. 6; 27; — du *Sigillaria vascularis* Binn., 29, fig. 9; — des Poroxylées, 30, fig. 10; — des tiges primitives, établi d'après un modèle commun, avec d'assez notables diversités de détail, 31; — des Diploxylées, rattaché à celui des Lépidodendrées, 32; particularités distinctives du — des Phanérogames primitives, 40; — d'une tige de Cycadées, 95, fig. 48; — d'une Cycadée primitive, 106, fig. 56; — des Aciculariées, 129, fig. 63; économie du — des Aciculariées, 133; — des Monocotylées et des Dicotylées comparées, 220; — des Monocotylées, ses caractères, II, 1-2; — des monocotylées, sa signification, 7; 8; — des Dicotylées, 48-49; — des Dicotylées répondant à une structure acquise, 52; — des Dicotylées, 64; son ordonnance chez les Phanérogames, 146; — des Phanérogames primitives, pauvres en cambium secondaire, 138; — des Phanérogames ramené à ce qu'il a de fondamental, 140.
Plan floral, des diverses familles, II, 90; — résultant des différenciations de l'axe sexué primitif, 155.
Plantago, I, 184; — II, 78.
Plantes arctiques, originairement montagnardes, II, 215.
Plantes fossiles, des principaux gisements de la craie, II, 109; — faiblement varié dans le cours de la période jurassique, II, 184.
Plantes wéaldiennes, du nord de l'Allemagne, II, 109.
Plantule, du *Welwitschia*, I, 182, fig, 87; 184; — du Palmier, II, 15, fig. 111; — de l'*Hedera helix*, 62, fig. 118; — de l'*Acer campestre*, 63, fig. 119; — du *Laurus nobilis*, ibid., fig. 119; — de l'Érable champêtre, 84, fig. 119; — de *Cercis*, 87, fig. 122.
Platanées, II. 48.
Platanus, II, 111; 206.
Platanus aceroides Gœpp., II, 194; 206.
— *Guillelmæ* Gœpp., II, 206.
— *Heerii* Lqx., II, 194; 206.
— *occidentalis* L., II, 206.
— *Schimperi* (Hr.) Sap., II, 206.
Platylepis micromyelon (Mar.) Sap., I, 113.
Pliocène (époque), dans le midi de la France, II, 177; 200; 217.
Pliocène (terrain), inférieur du Cantal, II, 165; 175; — de la Valentine, 176; 194; — du Cantal, 206; — des cinérites du Cantal, 207.
Poacites, I, 80.
Poacordaites Gr., I, 82.
Podocarpus, I, 126; 152.
Podophyllées, II, 52; 90.
Podozamites, I, 111; 112; 113; 114; 225; — II, 185.
Podozamites distans Presl, I, 112, fig. 60.
Pollen, son abondance assure le croisment, II, 158.
Polycarpées, II, 90, 124.
Polycarpiennes, familles —, II, 52.
Polygonées, II, 80; 118.
Polylophospermum Brngt., I, 58.
Polypterospermum Brngt., I, 58.
Polytænia Sap., II, 124.
Polytænia quinquesecta Sap. et Mar., II, 117; 119, fig. 125.
Pomacées, II, 90.
Populus, II, 111.

Populus affinis Lqx., II, 194.
— *alba* L., II, 205; 211.
— *angulata*, II, 203.
— *attenuata* Ung., II, 205.
— *balsamifera*, II, 203.
— *balsamoides*, II, 203.
— *Bergreni* Hr., II, 194.
— *candicans* Ait., II, 203; 204.
— *canescens* Sm., II, 205; 211.
— *ciliata* Wall., II, 203; 204.
— *glandulifera* Hr., II, 203.
— *Heerii* Lqx., II, 194.
— *heliadum* Ung., II, 204.
— *hellenica* Sap., II, 205.
— *hyperborea* Hr., II, 124; 194, fig. 127.
— *latior* Hr., II, 203.
— *laurifolia* Lebed., II, 203.
— *leucophylla* Ung., II, 205.
— *monilifera*, II, 203.
— *mutabilis* Hr., II, 194.
— *nigra* L., II, 203; 204.
— *palæocandicans* Sap., II, 204.
— *primigenia* Sap., II, 203.
— *primæva* Hr., II, 108; 124, fig. 127.
— *Richardsoni* Hr., II, 204.
— *stygia* Hr., II, 194.
— *tremula* L., II, 205.
— *tremulæfolia* Sap., II, 204.
— *Zaddachi* Hr., II, 203; 204; 206.

Poroxylées, I, 9; 17; leur type caulinaire, 30, fig. 10; leur région ligneuse, 31, fig. 11; 37; 94.

Poroxylon Boysseti B. Ren., I; 30 fig. 10 et 11.

Proxylon Duchartrei B. Ren., I, 31.

Posidonia, II, 41.

Potamées, II, 42.

Potamogeton, II, 38, 41; 42.

Primula acaulis, I, 197, fig. 91.

Proangiospermes, I, 203; leurs appendices foliaires présumés, 204; 214; 216; 217; 219; 220; port et structure présumés des —, 221; — à l'état fossile, 223; présumés du permien de Russie, 231, fig. 100; se montrant à partir du trias, 233; — jurassiques, 235; 236; les *Williamsonia* sont des —, 247; conclusions sur les — fossiles, 249; — II, 36; métamorphoses des —, 46; 131; 139; 141; 149.

Processus, évolutif rattachant l'ovule à la macrospore, I, 189; — divers des cellules mères des macrospores chez les Angiospermes, 198; — des éléments macrosporiques chez les Angiospermes, 199; — de l'embryon des Monocotylées, II, 16; — de l'ensemble des Monocotylées, 34; — des cellules mères de l'embryon des Dicotylées, 53; — embryonnaire, 57.

Proembryon, I, 124; — des Cupressinées et des Abiétinées, II, 57.

Progymnospermes, leur raison d'être, I, 14; 16; 19; — primitives, 45; graines converties en silice des —, 58-59, fig. 25 et 26; processus de l'organe femelle des —, 62; grains de pollen pluricellulaires des — 63-64, fig. 28; liaison des — avec la tige cryptogamique, 65; simplification croissante de la microspore des —, 102; 119; 120; 125; 224; — II, 7; 134.

Prophylles, des *Aralia*, II, 76.

Protea, II, 80.

Protéacées, II, 64; 78; 81; 119 120.

Prothalle, devenu inclus et confondu avec l'endospore, I, 10; — complètement inclus, 12; 90; — et spore décidément réunis, 120; — vésiculaire, à protoplasme diffluent, constituant le tube pollinique, 121; effacement des derniers vestiges du —, 124; — semi-inclus du stade des Lycopodinées, 125; 191; représente le système sexué primordial, 192; atrophie et inclusion du —, 193; 195-196; partie sexuée du — des Angiospermes, 200; la réduction graduelle, corrélative de l'extension du sporogone, II, 133; — subinclus, 133; — réduit chez les Phanérogames aux seules parties essentielles. 134-135, — entièrement rudimentaire des Angiospermes, 136.

Protolarix, II, 144.

Protophyllum, Lqx., II, 118; 119.

Protophytes, localisation des cellules reproductrices chez les —, I, 9; 12; 191.

Prototype des Monocotylées, devait avoir des feuilles alternes et réduites à la seule partie engainante, II, 16; — des Phœnicoïdées, 25-25; — des Monocotylées, 151; — des Léeacées et des Vitées, 168.

Protozoaires tous aquatiques, I, 3; 17.

Pseudo-Sigillaria, I, 53.

Psygmophyllées, I, 18; 78; 229.

Psygmophyllum Schimp., I, 16.
— *flabellatum* Schimp., I, 16.

Pterisanthes, II, 167-169.

Pterocarya, II, 59.

Pterophyllum, I, 109; 110; 113; 225; — II, 185.

Pterophyllum Grand'Euryanum Sap. et Mar., I, 109, fig. 58.
Pterospermum, II, 64; 118.
Ptilophyllum, I, 112.
Ptychotesta, I, 58.
Pychnophyllum, I, 80.
Pyrus, II, 62.

Q

Quadersandstein (étage), de Bohême, II, 107.
Quaternaire (terrain), II, 177; 210.
Quercinées, II, 97, fig. 124; 100; 123; — propres, 124; 198.
Quercus L. II, 122.
Quercus denticulata, II, 196.
— *diplodon* Sap. et Mar., II, 196.
— *ilex* L., II, 97, fig. 124.
— *Johnstrupi* Hr., II, 196.
— *Langeana* Hr., I., 196.
— *Marioni* Hr., II, 196.
— *odontophylla* Sap. et Mar., II, 196.
— *palæodrys* Sap. et Mar., II, 196.
— *parceserrata* Sap. et Mar., II, 196.
— *primordialis* Lqx., II, 117; 123, fig. 125.
— *pubescens* Wild., I, 206; — II, 211.
— *sessiliflora*, II, 211.

R

Radnitz, I, 107.
Rameau floral, transformé en un organe entièrement nouveau, II, 18.
Rames (B.), ses découvertes dans le Cantal, II, 146; 165; 199.
Rayons médullaires, des Cycadées, I, 96.
Réceptacle globuleux, des *Williamsonia*, I, 241; — fructifère des *Williamsonia*, 243.
Réduction des parties, par avortement, soudure ou élimination des éléments de la fleur des Monocotylées, II, 17.
Refroidissement polaire, son principe et ses conséquences, II, 189; progrès du —, 193.
Régime, mâle des Pandanées, II, 157.
Règne végétal, interrogé dans son présent et dans son passé, II, 158.
Région libérienne, de la tige des *Cycas*, I, 96; — extérieure par rapport à la région ligneuse, dont elle est separée par une couche génératrice de cambium, II, 137.
Région ligneuse, des Acicularïées, I, 132; séparation des deux régions, l'une ligneuse intérieure, l'autre libérienne rejetée au dehors chez les Dicotylées, II, 64; — constituée à part par la survenance d'une couche génératrice de cambium, 137; double — des Phanérogames primitives, 139.
Région mère, des Dicotylées, son existence présumée, II, 109.
Renault (B.), I, 17; 18; 19; 20; 22; 24; 28; 30; 33; 39; 54; 54; 57; 58; 63; 65; 74; 80; 84; 85; 87; 106; 109; 176; 181.
Renonculacées, I, 220; — II, 17; 48; 52; 76; 90; 113; 116; 124.
Reptiles, I, 4; 7.
Reptiles-mammifères, I, 4.
Reptiles-oiseaux I, 4.
Restiacées, II, 24; 25; 27.
Rhabdocarpus, I, 57; 59; 60; 76; 107.
Rhabdocarpus conicus Bragt., I, 60.
Rhamnées, II, 113; 167.
Rhétien (étage), de Scanie, I, 162; 225; 226; — de Couches-les-Mines, 230; 247; — de Franconie, II, 185; 187.
Rhiptozamites, I, 227.
Rhizocaulées, II, 37.
Rhizome, submergé des Nénuphars, II, 51.
Rhopalocnemis, I, 236.
Rhus, II. 182.
Rhytidolepis, I, 50; 52.
Ribes, L., 197; — II, 77; 93, fig. 120.
Richter, I, 46.
Robinia, II, 85.
Rosa, II, 56; 62.
Rosa chinensis, II, 54; 55, fig. 116.
— *livida*, I, 197, fig. 91.
Rosacées, détermination de l'appendice foliaire primitif, au moyen des —, I, 207, fig. 93; — II, 90.
Rubiacées, I, 168.
Ruscus hypoglossum, I, 207.

S

Sabal andegavensis Sap., II, 43.
— *major* Ung., II, 39; 195.
— *umbraculifera* Jacq., II, 39.
Sac embryonnaire, assimilé à la macrospore, I, 122; — mis en rapport avec le tube pollinique, 163; début du — des *Gnetum*, 175, fig. 83; — de l'ovule des *Ephedra*, 178; — du *Welwitschia*, 178; — des Angiospermes, 199; — comprenant une réserve nutritive, 200; genèse du —, chez les Monocotylées, II,

16, 52; 55; — des Dicotylées, 67; 68.
Sachs, I, 122.
Sacs polliniques, assimilés à des microsporanges, I, 121; — ou anthères du *Rosa chinensis*, II, 54, fig. 116.
Sagenopteris, II, 185.
Sagittaria, II, 41.
Sagittaria falcata Pursh, II, 38.
Saint-Etienne, Calamites et Calamodendrées, observées en place dans le grès houiller de —, I, 34, fig. 12; lits charbonneux de —, 76; 81; 91; carbonifère supérieur de —, 159; 160.
Salicinées, II, 113.
Salisburia Sm., I, 126; 134; 136; 140; 142; 145-147; 225; — II, 185.
Salisburia adiantifolia Sm., I, 136.
— *adiantoides* Ung., I, 140,
— *antarctica* Sap., I, 142, fig. 71.
— *arctica* Hr., I, 142.
— *digitata* Hr., I, 142.
— *Huttoni* (Sternb.) Hr., I, 141; 142, fig. 70.
— *integriuscula* Hr., I, 142, fig. 71.
— *pluripartita* Schimp., I, 142.
— *primigenia* Sap., I, 145, fig. 74.
— *primordialis* Hr., I, 142.
— *pseudo-Huttoni* (Hr.) Sap., I, 141-142, fig. 30.
— *sibirica* Hr., I, 142.
Salisburiées, I, 57; leur endosperme et leur mamelon d'imprégnation, 61, fig. 27; 63; 69; 82; 84; 91; 92; 94; 100; 130; 142; 144; 147; — paléozoïques, 147; 176; 227; — II, 135; 141.
Salisburiées prototypiques, I, 18; 66; 78; 79; 91, fig. 46 et 47; exemples de —, 144, fig. 73; 229.
Salix, II, 111.
Samaropsis, I, 227.
Santalacées, I, 165; 174; 178; 186; — II, 70; 81.
Santonien ou Sénonien inférieur (étage), plantes fossiles du —. II. 110.
Sapindacées, II, 116; 119.
Sapindus, II, 112.
Saportea, I, 92.
Sapotacites, II, 112.
Sapotées, II, 117.
Sarcotaxus, I, 57.
Sarracena, II, 79; 80, fig. 121.
Sarracénées, II, fig. 121; 80.
Sarthe, éocène supérieur de la —, II, 43.
Sassafras, II, 63; 82: 206; 207.
Sassafras Ferretianum Mass., II, 207.
— *officinarum*, II, 207.
— *primigenium* Sap., II, 207.
— *stenolobum* Sap., II, 207.
Saxe-Gothea, I, 151; 152.
Saxifraga, II, 95, fig. 123.
Saxifragées, II, 90; leur complexité et soudures croissantes, 95, fig. 123.
Scarborough, grès oolithiques de —, I, 141.
Schambelen, insectes fossiles du lias de —, II, 160-161.
Schimper, I, 41; 48; 49; 50; 52; 232; 233; — II, 35; 36.
Schinus, II, 62.
Schizandrées, II, 125.
Schizolepis, I, 157; II, 185.
Schizoneura, I, 227.
Schumacheria, II, 90; 94.
Scindapsus, II, 20, fig. 112.
Scitaminées, I, 213; — II, 33; 34; 42; 153.
Scleropteris Sap., II, 185.
Seaforthia, II, 25.
Sélaginelles, I, 65; 121; 122.
Sempervivum, I, 197.
Sénonien (étage), plantes fossiles du —, d'Aix-la-Chapelle, II, 110.
Sépales, I, 217.
Séparation des sexes, sur des axes ou des pieds différents, II, 157; ses effets, 157; 158; — chez les *Cissus* javanais, 169.
Sequoia, I, 157; 160; — II, 193.
Sequoia ambigua, II, 193.
— *gigantea* Torr., II, 148.
— *gracilis*, II, 193.
— *Reichenbachi* Hr., 110; 193.
— *rigida*, II, 193.
— *sempervirens* Lamb., II, 148.
Séquoïées, I, 160.
Serpentaires, II, 71.
Sigillaires, I, 16; 21; leur structure anatomique et leur double région ligneuse, 25-26, fig. 7 et 8: leur double faisceau foliaire, 28; leur type caulinaire (*Sigillaria vascularis*), 29, fig. 9; 37; 45; 47; forment un groupe spécial et divergent, 48; port et aspect général des —, 49, fig. 19; types ou sections des —, d'après des caractères tirés de l'écorce, 50-51, fig. 20, 21 et 22; appareils reproducteurs et feuilles des —, 52, fig. 23; étude des *Stigmaria* et *Syringodendron*, représentant l'appareil rhizoïde et la

souche enracinée des —, 54; appareil rhizoïde des —, 55, fig. 24; 56; affinité des — avec les Calamites et Lépidodendrées, 56; 81; 94; 229.
Sigillaria Cortei Brngt., I, 55.
— *Davreuxi* Brngt., I, 50, fig. 20.
— *elegans* With., I, 24; 25, fig. 7; 26; 28; 49.
— *elliptica* Brngt., I, 48.
— *intermedia*, I, 52.
— *lepidendroides*, I, 49.
— *pachyderma* Brngt., I, 50, fig. 21.
— *polyploca* Boul., I, 48.
— *spinulosa* Gr. et B. Ren., I, 24, fig. 8; 26; 28; 29; 52; 56.
— *tessellata* Brngt., I, 51; 52, fig. 22.
— *vascularis* Binn., I, 29, fig. 9; 30.
Sigillarinées, I, 9; 17; 18; constituent un groupe éteint, le plus extraordinaire de ceux que comprenait la flore du terrain houiller, 48; leurs affinités avec les Cryptogames, 57; 224.
Sigillariostrobus, I, 51, fig. 23.
Smilacées, II, 12; 13; 153.
Smilax, I, 204; 213; 214; 216; — II, 43.
Smilax mauritanica Desf., II, 165, fig. 130.
— *mauritanica pliocenica*, II, 165.
Sophora, II, 62.
Sore, II, 135.
Sorghum, II, 70.
Spadice, ou support floral du *Williamsonia gigas*, 239, fig. 103; 240; 241; — fructifère des *Williamsonia*, 243; 246; — définition du —, II, 19; 20; 35.
Spadiciflores, très anciennement fixées, II, 19; 22; 23; 24; 27; 31; 35; 36; 71.
Sparganium L., I, 233; — II, 36; 38; 46.
Sparganium cretaceum Hr., II, 38.
Spathe, appareil involucrant d'un spadice, II, 20, fig. 112; — florale des Aroïdées, 162.
Spécialisation, des éléments originairement confondus, I, 9; — croissante des fonctions, II, 155.
Sphenophyllum, I, 227.
Sphenopteris, II, 185.
Sphenozamites, I, 109; 112; — II, 185.
Sphenozamites Rochei B. Ren., I, 109, fig. 58.
Spirangium, I, 230; 231; — II, 104; 185.
Spirangium carbonarium, I, 230.
Spondias, II, 92.
Sporanges, des Lépidodendrées, I, 18; — différenciés, II, 139.
Spores, réduction de leur contenu prothallien, II, 140.
Sporogone, sa définition, I, 191; acquiert une complexité croissante, 192; — développé en raison de la réduction du prothalle, II, 133.
Sprengel, II, 29.
Stabilité, totale ou partielle des éléments de l'organisme, II, 130.
Stachypteris, II, 185.
Stade, angiospermique, II, 1; 45; — foliaire primitif des Dicotylées, II, 75; — gymnospermique, I, 118; considéré comme un résultat de l'impulsion évolutive des plantes progymnospermiques, I, 68; marche insensible conduisant par degrés vers le — gymnospermique, 118; définition du — gymnospermique, 119; 190; 134; — métagymnospermique, I, 165; — phanérogamique primitif, II, 133; — proangiospermique, I, 190; — II, 150; — progymnospermique, I, 9; ses caractères, 13; méthode à suivre pour le reconstituer, 18; 57; point de départ de toutes les plantes supérieures, I, 67.
Stades, de l'évolution foliaire des Dicotylées, II, 75; — foliaires successifs, 88.
Stangeria, I, 74; 78.
Stenorhachis, I, 115.
Stephanospermum Brngt., I, 58; 60.
Stephanospermum akenioides Brngt., I, 58, fig. 25; 60; 65.
Sterculia, II, 58; 142.
Sterculiacées, II, 113; 116; 117.
Sternberg, I, 33.
Stigmaria, I, 53-56.
Stigmaria abbreviata Gold., I, 53.
— *ficoides* Brngt., I, 55, fig. 24.
— *rimosa*, I, 53.
Stigmariées, I, 137; constituent l'appareil rhizoïde des Sigillariées, 55, fig. 24; 56.
Stigmariopsis, I, 53; 54.
Stigmariopsis abbreviata, I, 53.
— *ficoides*, I, 54.
Stigmate, sorti d'une élaboration progressive de l'appendice primitif, I, 218; — obtusément trilobé des *Dracæna*, II, 32.
Strasburger, I, 61; 119; 123; 126; 171; 175; 179; 197; — II, 53.

Stratiotes, II, 41.
Strelitzia reginæ, I, 213.
Strobile, son origine et sa définition, I, 135; — des Conifères primitives, 158; structure du — des Abiétinées, 162; — des *Welwitschia*, 173.
Strobus, II, 144.
Structure, fermée des faisceaux foliaires des Monocotylées, II, 5; — caulinaire des Dicotylées, 48; — des feuilles embryonnaires, 58; — des feuilles des Dicotylées, II, 64; — tétraédrique du globe terrestre, 139; — des fruits de Corylacées, 202.
Structure anatomique, des *Arthropitys*, d'après M. B. Renault, I, 38-39, fig. 14 et 15; — des Cordaïtées, 84-85, fig. 41; — des Cycadées, 95; fig. 48; — d'une tige de *Cycas*, avec la définition des zones ou régions successives qu'elle comprend, 96-97; — d'une foliole de *Bowenia*, 97, fig. 49; — des feuilles de Cycadées, 98-99, fig. 50, 51 et 52; — des Acicularièes, 131, fig. 66; 133; — du Ginkgo, 139; 140; — du bois des Gnétacées, 168, fig. 80; — de l'ovule des Gnétacées, 178; — des tiges de Monocotylées, II, 5; — d'une tige de Monocotylée, douée d'un accroissement secondaire, 8, fig. 109.
Structure florale, constituée de manière à favoriser le croisement, II, 159.
Structure intérieure, de la graine des Cycadées, I, 105, fig. 55; — des Cycadées jurassiques, peu différente de celle des Cycadées actuelles, 113.
Stur, I, 42; 46; 107; 110.
Style, né du mucron terminal de l'appendice foliaire primitif, I, 218; — II, 99.
Support ovulaire, des Abiétinées, I, 153.
Swedenborgia, II. 185
Symétrie, florale des Cordaïtées, 9; — binaire de la fleur des Gnétacées, I, 174; — binaire des éléments floraux, II, 72, — florale et foliaire comparées. 74; — binaire ou ternaire, 81.
Syncarpées (Acicularièes,), ou Conifères vraies, I, 150.
Synergides, I, 200; — II, 68.
Syringodendron, I, 52-55.
Système végétatif secondaire, désigné sous le nom de Sporogone, I, 191.
Système végétatif sexué, ses caractères, son évolution, I, 191; — primordial ou prothallien, 192.

T

Tableau, raisonné des caractères différentiels des Dicotylées. II, 64.
Tamarindus, II, 88.
Taxées, I, 138; 147; 152; 153; 161; 176; 180.
Taxinées, I, 57; 62; 69; 80; 81; 90; 91; 94; 100, 123; 147; 149; 150; 151; 167; 169; 176; 177; 188; — II, 56; 111.
Taxodiées, I, 132. 160.
Taxodinées, I, 161; — II 185.
Taxodium, I, 140.
Taxodium distichum, I. 131.
Taxospermum Brngt., I, 57; 56.
Taxospermum Gruneri Brngt., I, 60.
Taxus, I, 138; 153; 179.
Taxus baccata, I, 126; 177.
Temps jurassiques, I, 223.
Térébinthacées, I, 209, — II, 92.
Terquem (M.), I. 233.
Terrain houiller, I, 48; — de Dutweiler, 53; — des environs d'Autun et de Saint-Etienne, 57.
Tertiaire (terrain), II, 38; — récent de Krémitz, 200; — inférieur des régions arctiques, 200.
Tertiaire moyen (étage), de Dernbach, II, 146.
Testa, formé de trois parties, I, 125.
Tetraceræ, II, 91.
Tétrades, procédé de formation par — des grains de pollen, II, 54.
Thaumatopteris, II, 185.
Thinnfeldia, I, 226; — II, 112; 185.
Thonningia, I, 236.
Thrinax, II, 43.
Thuya, I, 61.
Thymélées, II, 72.
Tige, résultant chez les Monocotylées de l'émission des faisceaux foliaires, II, 5; — de Monocotylées douée d'un accroissement secondaire, 8, fig. 109; — des Fluviales, 23; — anomale de certaines Dicotylées, II, 51.
Tilia, II, 60; 206, fig. 117.
Tilia expansa Sap., II, 208
Tilia Malmgreni Hr., II, 208.
Tiliacées, II, 59.
Tissu nucellaire, des Gymnospermes, I, 122.
Tongrien (étage), II, 17; 41.
Torreya, I, 138; 153; 159; — II, 194.
Trachéides rayés, I, 28; — des Cycadées et des Araucariées, 30.

Tradescantia albiflora, II, 6, fig. 108.
Tremula, II, 203-205.
Trias (terrain), I. 226; 229; 233; — II. 35; 36; 107.
Trichocladus, II, 119.
Trichopitys Sap., I, 43-46; 94; 143. 144; 158.
Trichopitys heteromorpha Sap., I, 143.
Trigonocarpus, I, 58.
Tripterospermum, I, 58.
Trizygia, I, 227.
Tsuga, I, 162; — II, 144; 145.
Tsuga canadensis, I, 123.
Tube pollinique, remplace l'émission de l'anthérozoïde par un procédé graduellement élaboré, 121; — s'avançant à la rencontre des archégones et pénétrant dans le sac embryonnaire d'un *Araucaria*, 163; — II, 68.
Tuniciers, I, 3.
Turonien (étage), plantes fossiles du —, 11, 110; — de Gosau, 110; — deBagnols et du Beausset, 110-111; 112; — de Bagnols, 117; — de la France méridionale, 118; — de Bagnols, 120.
Type, cycadéen, I, 93; — des Nœggérathiées, 107; — cycadéen primitif, 108, fig. 57; — de Cycadées paléozoïques, 109; — des Cycadées européennesjurassiques, 111; — ligneux cycadéen, 132: — de Salisburiées jurassiques, 142; — éteint de Salisburiées, 143, fig. 72; — des *Ephedra*, sa liaison avec celni des *Welwitschia*, 182; — extraordinaire du *Welwitschia*, 182; — du genre *Gnetum*, 185; — cycadéen, 235; — des *Williamsonia*, 237, fig. 102; — proangiospermique du terrain jurassique, 248, fig. 106; — régressif de Monocotylée aquatique, II, 2, fig. 107; — rudimentaire des Lemnacées, 3, fig. 107; — cotylédonaire constituant les feuilles normales de certaines Dicotylées, 180; — des *Abies*, 145; — de la vigne cultivée, 177, fig. 134; — du platane et du tulipier actuels, 194.
Type foliaire, du *Welwitschia*, I, 184; — des Monocotylées, II, 3-5; des Smilacées et des Graminées, 13; — — des Monocotylées, 14; — comparés entre eux et avec les feuilles embryonnaires, 82; — définitif des Monocotylées. 153.
Type caulinaire, du *Lepidodendron rhodumnense* B. Ren., 21, fig. 3; — — du *Lepidodendron Harcourtii*, 23; fig. 5 et 6; — des Sigillariées, 25, fig. 7; — des Diploxylées, 27; — du *Sigillaria vascularis*, 29, fig. 9; — des Poroxylées, 30, fig. 10; — des Monocotylées, II, 64.
Types, monocotylés de la craie, II, 38; — comparés de feuilles normales primordiales et cotylédonaires, 63, fig. 119; — phyllotaxiques des Dicotylées, 70; — de Dicotylées primordiales, 101; — dialycarpées; 116; — de Dicotylées primitives, 117, fig. 125; — éteints de la craie, 118; — éteints de Dicotylées, 119-120; — divers de Dicotylées primitives, 124, fig. 127; — des Dicotylées, résumé de leur évolution, 127; — organiques possédant tous un héritage de caractères communs, 136; — prématurément fixés, 155; — de vignes tertiaires, 175, fig. 132; — de vignes pliocène et quaternaire, 176, fig. 133.
Types ancestraux, proangiospermiques, I, 219; — carbonifères, 224.
Types botaniques éteints, leur rôle dans le passé et leur importance, I, 7.
Types caulinaires, considérés au point de vue de leur structure anatomique, I, 17; — des Lépidodendrées, 23; — des Sigillariées, 25, fig. 7; — de l'époque paléozoïque, 41; — comparés d'une Commélynée et d'une Nymphéinée, II, 6, fig. 108; — de Monocotylées à tige douée d'un accroissement secondaire, 8, fig. 109.
Types floraux monocotylés, II, 33.
Types fondamentaux, ont tous en zoologie leurs représentants dans la mer, I, 4.
Types progymnospermiques, II, 33.
Typha, I, 223; 240; — II, 36.
Typhacées, II, 10; 21; 22; — prototypiques, 35; 38.

U

Ulmacées. I, 6.
Ulmannia, I, 158.
Ulmus, II, 62.
Upernivik, craie d' — dans le Groënland, II, 118.
Urgonien (étage), II, 103; 105; 108; flore de l' — de Wernedorf, 109.
Urticacées, II, 81; 113; 158.

V

Vaisseaux, ponctués, rayés et spiralés des Acicularièes, I, 130; 131,

fig. 66; — couverts de ponctuations aréolées du bois des Gnétacées, 168, fig. 80.
Vaisseaux utriculaires, découverts par Hanstein, I, 73.
Van-Tieghem, I, 28; 138; — II, 71.
Vallisneria, II, 40; 41.
Vallisneria Begouini Sap. et Mar., II, 38.
Variabilité, une fois excitée, aboutit à l'extension, II, 131; principe actif des transformations de l'organisme, 132; terme auquel aboutit la — 136, — organique originaire, 151; — de la feuille et de l'appareil floral chez les Angiospermes, 152; limites de la — organique, 153; — restreinte dans des limites toujours plus étroites, 164; limite de la — des Vitées, 168.
Variations, morphologiques des feuilles embryonnaires des Dicotylées, II, 61; — spécifiques de plusieurs sapins vivants et fossiles comparés, 146, fig. 129; — phytologiques, leur raison d'être, 181.
Végétation, infracrétacée, II, 104; ancienne — polaire, 208.
Verbénacées, I, 6.
Verbesina Mamei, II, 118.
Verbésinées, II, 118
Vers terrestres, I, 3.
Vertébrés terrestres, leurs séries juxtaposées offrent des hiatus, I, 4.
Verticilles de la fleur, leurs soudures réciproques, II, 156.
Vésicule embryonnaire, du *Welwitschia*, analogue à celles des Angiospermes, I, 179, fig. 85; 185; — des Dicotylées, II, 68; 70.
Vésicules embryonnaires, assimilées aux corpuscules, II, 56.
Vesque, I, 197.
Viburnées II, 171.
Viburnum, II, 62; 64; 111; 174.
Viburnum attenuatum Hr., II, 196.
— *giganteum* Sap., II, 196.
— *multinerve* Hr., II, 196.
— *vitifolium* Sap. et Mar., II, 196.
Viciées, II, 85.
Victoria, II, 126.
Vie *aérienne*, tendance précoce des plantes vers la — aérienne, I, 3; — *animale*, adaptée à l'habitat terrestre et comment, 15; — *chlorophyllienne*, opprimant l'activité sensitive du protoplasme, 2; — *prothalienne*, ses derniers vestiges, 120; — *végétale*, a pris son origine au fond de la mer, 1.
Viola, I, 197.
Viscum, II, 80.
Viscum album, II, 63; 64.
Visiani, II, 39.
Vitées, II, 168.
Vitis, II, 62; 167, 165; 172; 175.
Vitis arctica Hr., II, 174.
— *californica*, II, 174.
— *cinnamomea* Wall., II, 172; 176; 177.
— *cordifolia* Michx., II, 172; 173.
— *flexuosa* Thb., II, 175.
— *glandulosa* Wall., II, 177.
— *indica* L., II, 177.
— *islandica* Hr., II, 174.
— *lanata* Roxb., II, 176.
— *monticola* Buckl., II, 175.
— *Olriki* Hr., II, 173; 174.
— *prævinifera* Sap., II, 175-177, fig. 132.
— *riparia* Michx., II, 172.
— *rotundifolia* Michx., II, 170; 174.
— *salyorum* Sap. et Mar., II, 176-178, fig. 133.
— *sequanensis* Sap., II, 174.
— *sezannensis* Sap., II, 172, fig. 131.
Vitis subintegra Sap., II, 175-177, fig. 132.
— *teutonica* Ludw., II, 174.
— *Thumbergii* Sieb., II, 175.
— *vinifera* L., 175-178, fig. 134.
— *vinifera diluviana* Sap., II, 176, fig. 133.
— *vulpina* Walt. *non* Wild., II, 172.
Voltzia, I, 157; 160.

W

Walchia, I, 145; 158; 160.
Walchia Grand'Euryi Sap., I, 159, fig. 77.
Walchiées, I, 160.
Wéaldien (terrain), de l'île de Wight, I, 116; — II, 103; 185.
Weiss (E.), I, 108; 110.
Weltrichia Fr. Br., I, 233; 234; 247.
Welwitschia Hook., I, 167; 168; 170; 176; 178; 179, fig. 85 et 87; 182-186; 188.
Welwitschia mirabilis Hook., I, 170, fig. 85; 179; 183.
Widdringtonia, I, 161.
Widdringtonites, II, 185.
Williamson, I, 25; 33; 236; 240; 241; 242.
Williamsonia Carruth., I, 233-237; 242; 243; 245-247; 249.
Williamsonia gigas Carruth., I, 237-240; 242; 243, fig. 102 et 103.
— *Leckenbyi* Nath., I, 242.

Williamsonia Morierei Sap., I, 244-246, fig. 105.
— *pictaviensis* Sap., I, 243; fig. 104.
— *Pougneti* Sap., I, 234.
Wintériées, II, 49.
Witleseya Lesq., I, 94; 144; 146.
Witleseya elegans, Newb., I, 144, fig. 73.

Y

Yates (J.), I, 235; 237; 245.
Yorkshire, échantillon de *Williamsonia* du —, I, 242.
Yucca, I, 40; 204; 212; 233; 238, fig. 113; — II, 12; 17; 29; 30; 32; 75; 153; 162.
Yuccites, I, 233; — II, 36.
Yuccites hettangensis, Sap. et Mar., I, 233; 234, fig. 104.

Z

Zamia, I, 98; 103; 107; 114; 115.
Zamia spiralis, I, 105.
Zamiées, I, 107; 108; 110; 116; 117.
Zamiostrobus, I, 112; 113.
Zamiostrobus crassus, I, 116.
— *Saportanus* Schimp., I, 116, fig. 61.
— *stenorhachis* Nath., I, 112, fig. 60.
Zamites, I, 111; 112; 117; 225; — II, 185.
Zamites epibius Sap., I, 116, fig. 61.
— *Feneonis* Brngt., I, 117.
Zamites gigas Lindl. et Hutt., I, 235.
— *Moreaui* Brngt., I, 111, fig. 59.
Zea, II, 70.
Zeiller (R.), I, 42; 48; 226.
Zigno, II, 35.
Zone, *corticale* des Cordaïtées, I, 84; — *corticale* d'accroissement secondaire de certaines Monocotylées, II, 8, fig. 109; — *de bois cortical*, soumise à un mouvement centrifuge, II, 9; — *centrifuge*, région externe du bois des Diploxylées, I, 27; — *centripète*, région intérieure du bois des Diploxylées, I, 27; sa réduction graduelle chez les Phanérogames, II, 139; — *ligneuse d'accroissement*, absente du bois des Cordaïtées, caractéristique de celui des Acicularièes, I, 132; sa présence et sa permanence dans la tige des Dicotylées, II, 50; son économie et sa raison d'être chez les Phanérogames, 137; — *permanente d'activité cambienne*, analogue chez les Cordaïtées à celle que présente la tige des Cycadées, I, 86; son absence de la tige des Monocotylées, II, 4; acquise ou congéniale chez les Dicotylées, 7; effets de sa présence chez les Phanérogames, 137; — *permanente reproductrice*, située à la périphérie interne de la région fibro-corticale des cordaïtées, I, 84; — des Cycadées, 96; — des Acicularièes, 130.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DEUXIÈME

CHAPITRE VI

Stade angiospermique. — Origine et évolution particulière des Monocotylées..... 1

CHAPITRE VII

Stade angiospermique. — Origine et évolution particulière des Dicotylées..... 45

CHAPITRE VIII

Coup d'œil d'ensemble sur l'évolution des Phanérogames..... 129

CHAPITRE IX

Influence des milieux. — Conséquences du refroidissement polaire. — Les migrations et les localisations..... 180

TABLES

Table des figures intercalées dans le texte..... 215
Table analytique..... 219
Table des matières du tome deuxième..... 248

Coulommiers. — Typog. P. BRODARD et GALLOIS.

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

CATALOGUE

DES

LIVRES DE FONDS

(PHILOSOPHIE — HISTOIRE)

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Bibliothèque de philosophie contemporaine	2
Collection historique des grands philosophes	6
Philosophie ancienne	6
Philosophie moderne	6
Philosophie écossaise	7
Philosophie allemande	7
Philosophie allemande contemporaine	8
Philosophie anglaise contemporaine	9
Philosophie italienne contemporaine	10
Bibliothèque d'histoire contemp.	10
Bibliothèque historique et politique	12
Publications historiques illustrées	12
Recueil des instructions diplomatiques	12
Anthropologie et Ethnologie	13
Revue philosophique	14
Revue historique	14
Bibliothèque scientifique internationale	15
Ouvrages divers ne se trouvant pas dans les bibliothèques	21
Enseignement secondaire	29
Enseignement primaire	30
Bibliothèque utile	31

On peut se procurer tous les ouvrages qui se trouvent dans ce Catalogue par l'intermédiaire des libraires de France et de l'Étranger.

On peut également les recevoir *franco* par la poste, sans augmentation des prix désignés, en joignant à la demande des TIMBRES-POSTE ou un MANDAT sur Paris.

PARIS

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille.

JANVIER 1885

Les titres précédés d'un *astérisque* sont recommandés par le Ministère de l'Instruction publique pour les Bibliothèques et pour les distributions de prix des Lycées et Collèges.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-18 à 2 fr. 50

Cartonnés.... 3 francs. — Reliés.... 3 fr. 75.

H. Taine.

LE POSITIVISME ANGLAIS, étude sur Stuart Mill. 2e édit.

L'IDÉALISME ANGLAIS, étude sur Carlyle.

* PHILOSOPHIE DE L'ART DANS LES PAYS-BAS. 2e éd.

* PHILOSOPHIE DE L'ART EN GRÈCE. 2e édition.

Paul Janet.

* LE MATÉRIALISME CONTEMP. 4e éd.

* LA CRISE PHILOSOPHIQUE. Taine, Renan, Vacherot, Littré.

* PHILOSOPHIE DE LA RÉVOLUTION FRANÇAISE. 3e éd.

* LE SAINT-SIMONISME.

* DIEU, L'HOMME ET LA BÉATITUDE. (*Œuvre inédite de Spinoza.*)

LES ORIGINES DU SOCIALISME CONTEMPORAIN. 4e édit.

Odysse Barot.

PHILOSOPHIE DE L'HISTOIRE.

Alaux.

PHILOSOPHIE DE M. COUSIN.

Ad. Franck.

* PHILOS. DU DROIT PÉNAL. 2e éd.

PHILOS. DU DROIT ECCLÉSIASTIQUE.

LA PHILOSOPHIE MYSTIQUE EN FRANCE AU XVIIIe SIÈCLE.

Charles de Rémusat.

* PHILOSOPHIE RELIGIEUSE.

Charles Lévêque.

* LE SPIRITUALISME DANS L'ART.

* LA SCIENCE DE L'INVISIBLE.

Emile Saisset.

* L'AME ET LA VIE, suivi d'une étude sur l'Esthétique franç.

* CRITIQUE ET HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE (frag. et disc.).

Auguste Laugel.

* LA VOIX, L'OREILLE ET LA MUSIQUE.

* L'OPTIQUE ET LES ARTS.

* LES PROBLÈMES DE LA NATURE.

LES PROBLÈMES DE LA VIE.

* LES PROBLÈMES DE L'AME.

Challemel-Lacour.

* LA PHILOSOPHIE INDIVIDUALISTE.

Albert Lemoine.

* LE VITALISME ET L'ANIMISME.

* DE LA PHYSIONOMIE ET DE LA PAROLE.

* L'HABITUDE ET L'INSTINCT.

Milsand.

* L'ESTHÉTIQUE ANGLAISE.

A. Véra.

PHILOSOPHIE HEGÉLIENNE.

Beaussire.

* ANTÉCÉDENTS DE L'HEGÉLIANISME DANS LA PHILOS. FRANÇAISE.

Bost.

LE PROTESTANTISME LIBÉRAL.

Ed. Auber.

PHILOSOPHIE DE LA MÉDECINE.

Leblais.

MATÉRIALISME ET SPIRITUALISME.

Ad. Garnier.

* DE LA MORALE DANS L'ANTIQUITÉ.

Schœbel.

PHILOSOPHIE DE LA RAISON PURE.

Ath. Coquerel fils.

PREMIÈRES TRANSFORMATIONS HISTORIQUES DU CHRISTIANISME.

LA CONSCIENCE ET LA FOI.

HISTOIRE DU CREDO.

Jules Levallois.

DÉISME ET CHRISTIANISME.

Camille Selden.

LA MUSIQUE EN ALLEMAGNE.

Fontanès.

LE CHRISTIANISME MODERNE.

Stuart Mill.

AUGUSTE COMTE ET LA PHILOSOPHIE POSITIVE. 2e édition.

L'UTILITARISME.

Mariano.

LA PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE EN ITALIE.

Saigey.

LA PHYSIQUE MODERNE, 2e tirage.

E. Faivre.

DE LA VARIABILITÉ DES ESPÈCES.

Ernest Bersot.

* LIBRE PHILOSOPHIE.

A. Réville.

HISTOIRE DU DOGME DE LA DIVINITÉ DE JÉSUS-CHRIST.

W. de Fonvielle.

L'ASTRONOMIE MODERNE.

C. Coignet.

LA MORALE INDÉPENDANTE.

Et. Vacherot.

* LA SCIENCE ET LA CONSCIENCE.

E. Boutmy.

* PHILOSOPHIE DE L'ARCHITECTURE EN GRÈCE.

Herbert Spencer.

* CLASSIFICATION DES SCIENCES. 2e édit.

L'INDIVIDU CONTRE L'ÉTAT.

Gauckler.

LE BEAU ET SON HISTOIRE.

Bertauld.

* L'ORDRE SOCIAL ET L'ORDRE MORAL.

DE LA PHILOSOPHIE SOCIALE.

Th. Ribot.

LA PHILOSOPHIE DE SCHOPENHAUER. 2e édition.

* LES MALADIES DE LA MÉMOIRE. 2e édit.

LES MALADIES DE LA VOLONTÉ. 2e édit.

LES MALADIES DE LA PERSONNALITÉ.

Bentham et Grote.

* LA RELIGION NATURELLE.

Hartmann.

LA RELIGION DE L'AVENIR. 2e édit.

LE DARWINISME. 3e édit.

H. Lotze.

* PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE. 2e édit.

Schopenhauer.

LE LIBRE ARBITRE. 2e édit.

LE FONDEMENT DE LA MORALE.

PENSÉES ET FRAGMENTS. 4e édit.

Liard.

* LES LOGICIENS ANGLAIS CONTEMPORAINS. 2e édit.

Marion.

* J. LOCKE. Sa vie, son œuvre.

O. Schmidt.

LES SCIENCES NATURELLES ET LA PHILOSOPHIE DE L'INCONSCIENT.

Haeckel.

LES PREUVES DU TRANSFORMISME.

PSYCHOLOGIE CELLULAIRE.

Pi y Margall.

LES NATIONALITÉS.

Barthélemy Saint-Hilaire.

* DE LA MÉTAPHYSIQUE.

A. Espinas.

* PHILOSOPHIE EXPÉR. EN ITALIE.

P. Siciliani.

PSYCHOGÉNIE MODERNE.

Leopardi.

OPUSCULES ET PENSÉES.

A. Lévy.

MORCEAUX CHOISIS DES PHILOSOPHES ALLEMANDS.

Roisel.

DE LA SUBSTANCE.

Zeller.

CHRISTIAN BAUR ET L'ÉCOLE DE TUBINGUE.

Stricker.

ÉTUDES SUR LE LANGAGE.

Les volumes suivants de la collection in-18 sont épuisés; il en reste quelques exemplaires sur papier vélin, cartonnés, tranche supérieure dorée :

JANET (P.). **Le cerveau et la pensée.** 1 vol. 5 fr.
H. TAINE. **De l'Idéal dans l'art.** 1 vol. 5 fr.
H. TAINE. **Philosophie de l'art en Italie.** 1 vol. 5 fr.
H. TAINE. **Philosophie de l'art.** 1 vol. 5 fr.

ÉDITIONS ÉTRANGÈRES

Éditions anglaises.

AUGUSTE LAUGEL. The United States during the war. In-8. 7 shill. 6 p.

ALBERT REVILLE. History of the doctrine of the deity of Jesus-Christ. 3 sh. 6 p.

H. TAINE. Italy (Naples et Rome). 7 sh. 6 p.

H. TAINE. The Philosophy of art. 3 sh.

PAUL JANET. The Materialism of present day. 1 vol. in-18, rel. 3 shill.

Éditions allemandes.

JULES BARNI. Napoléon I. In-18. 3 m.

PAUL JANET. Der Materialismus unsere Zeit. 1 vol. in-18. 3 m.

H. TAINE. Philosophie der Kunst. 1 vol. in-18. 3 m.

BUCHNER.

Nature et science. 1 vol. 2e édition, traduit par M. Lauth. 7 fr. 50

EGGER (V.).

La parole intérieure. 1 vol. 5 fr.

LOUIS FERRI.

La psychologie de l'association, depuis Hobbes jusqu'à nos jours. 1 vol. 7 fr. 50

MAUDSLEY.

La pathologie de l'esprit. 1 vol., traduit de l'anglais par M. Germont. 1883. 10 fr.

SÉAILLES.

Essai sur le génie dans l'art. 1 vol. 1883. 5 fr.

CH. RICHET.

L'homme et l'intelligence, fragments de psychologie et de physiologie. 1 vol. 1884. 10 fr.

PREYER.

Éléments de physiologie, traduits de l'allemand par M. Jules Soury. 1 vol. 1884. 5 fr.

WUNDT.

Éléments de psychologie physiologique, traduits de l'allemand par M. le docteur Rouvier. 2 vol. avec figures. (*Sous presse.*)

E BEAUSSIRE.

Principes de morale, 1 vol. in-8 (*sous presse*).

COLLECTION HISTORIQUE DES GRANDS PHILOSOPHES

PHILOSOPHIE ANCIENNE

ARISTOTE (Œuvres d'), traduction de M. Barthélemy Saint-Hilaire.

— **Psychologie** (Opuscules), trad. en français et accompagnée de notes. 1 vol. in-8..... 10 fr.

— **Rhétorique,** traduite en français et accompagnée de notes. 1870, 2 vol. in-8..... 16 fr.

— **Politique,** 1868, 1 v. in-8. 10 fr.

— **Traité du ciel,** 1866; traduit en français pour la première fois. 1 fort vol. grand in-8..... 10 fr.

— **Météorologie,** avec le petit traité apocryphe : *Du Monde*, 1863. 1 fort vol. grand in-8..... 10 fr.

— **La métaphysique d'Aristote.** 3 vol. in-8, 1879..... 30 fr.

— **Traité de la production et de la destruction des choses,** trad. en français et accomp. de notes perpétuelles. 1866. 1 v. gr. in-8. 10 fr.

— **De la logique d'Aristote,** par M. Barthélemy Saint-Hilaire. 2 vol. in-8..... 10 fr.

* SOCRATE. **La philosophie de Socrate,** par M. Alf. Fouillée. 2 vol. in-8..... 16 fr.

* PLATON. **La philosophie de Platon,** par M. Alfred Fouillée. 2 vol. in-8..... 16 fr.

* — **Études sur la Dialectique dans Platon et dans Hegel,** par M. Paul Janet. 1 vol. in-8... 6 fr.

* ÉPICURE. **La Morale d'Épicure** et ses rapports avec les doctrines contemporaines, par M. Guyau. 1 vol. in-8..... 6 fr. 50

* ÉCOLE D'ALEXANDRIE. **Histoire de l'École d'Alexandrie,** par M. Barthélemy Saint-Hilaire. 1 v. in-8..... 6 fr.

MARC-AURÈLE. **Pensées de Marc-Aurèle,** traduites et annotées par M. Barthélemy Saint-Hilaire. 1 vol. in-18..... 4 fr. 50

* FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie, antiquité et moyen âge.** 1 vol. in-18..... 3 50

PHILOSOPHIE MODERNE

* LEIBNIZ. **Œuvres philosophiques,** avec introduction et notes par M. Paul Janet. 2 vol. in-8. 16 fr.

LEIBNIZ. **Leibniz et Pierre le Grand,** par Foucher de Careil. In-8..... 2 fr.

LEIBNIZ. **Lettres et opuscules de Leibniz**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8..... 3 fr. 50

— **Leibniz, Descartes et Spinoza**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8..... 4 fr.

— **Leibniz et les deux Sophie**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8..... 2 fr.

DESCARTES, par LOUIS LIARD. 1 vol. in-8..... 5 fr.

* SPINOZA. **Dieu, l'homme et la béatitude**, trad. et précédé d'une introduction par M. P. JANET. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

— **Benedicti de Spinoza opera** quotquot reperta sunt, recognoverunt J. Van Vloten et J.-P.-N. Land, édition publiée par la commission de la statue de Spinoza. 2 forts vol. in-8 sur papier de Hollande. 45 fr.

* LOCKE. **Sa vie et ses œuvres**, par M. MARION. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

* MALEBRANCHE. **La philosophie de Malebranche**, par M. OLLÉ-LAPRUNE. 2 vol. in-8..... 16 fr.

* VOLTAIRE. **Les sciences au XVIII^e siècle**. Voltaire physicien, par M. Em. SAIGEY. 1 vol. in-8. 5 fr.

FRANCK (Ad.). **La philosophie mystique en France au XVIII^e siècle**. 1 vol. in-18... 2 fr. 50

* DAMIRON. **Mémoires pour servir à l'histoire de la philosophie au XVIII^e siècle**. 3 vol. in-8. 15 fr.

* MAINE DE BIRAN. **Essai sur sa philosophie**, suivi de fragments inédits, par JULES GÉRARD. 1 fort vol. in-8. 1876..... 10 fr.

PHILOSOPHIE ÉCOSSAISE

* DUGALD STEWART. **Éléments de la philosophie de l'esprit humain**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 3 vol. in-12... 9 fr.

* HAMILTON. **La philosophie de Hamilton**, par J. STUART MILL. 1 vol. in-8..... 10 fr.

* BERKELEY. **Sa vie et ses œuvres**, par PENJON. 1 v. in-8. 1878. 7 fr. 50

* HUME. **Sa vie et sa philosophie**, par Th. HUXLEY, trad. de l'anglais par G. COMPAYRÉ. 1 vol. in-8. 5 fr.

PHILOSOPHIE ALLEMANDE

KANT. **Critique de la raison pure**, trad. par M. TISSOT. 2 v. in-8. 16 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 2 vol. in-8.. 16 fr.

* — **Éclaircissements sur la critique de la raison pure**, trad. par J. TISSOT. 1 volume in-8... 6 fr.

* — **Principes métaphysiques du droit**, suivis du *projet de paix perpétuelle*, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8... 8 fr.

— **Principes métaphysiques de la morale**, augmentés des *fondements de la métaphysique des mœurs*, traduct. par M. TISSOT. 1 v. in-8. 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8... 8 fr.

* — **La logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 4 fr.

* KANT. **Mélanges de logique**, traduction par M. TISSOT. 1 v. in-8. 6 fr.

* — **Prolégomènes à toute métaphysique future** qui se présentera comme science, traduction de M. TISSOT. 1 vol. in-8... 6 fr.

* — **Anthropologie**, suivie de divers fragments relatifs aux rapports du physique et du moral de l'homme, et du commerce des esprits d'un monde à l'autre, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 6 fr.

* FICHTE. **Méthode pour arriver à la vie bienheureuse**, traduit par Fr. BOUILLIER. In-8.... 8 fr.

— **Destination du savant et de l'homme de lettres**, traduit par M. NICOLAS. 1 vol. in-8. 3 fr.

* — **Doctrines de la science.** Principes fondamentaux de la science de la connaissance. In-8.. 9 fr.

PHILOSOPHIE ITALIENNE CONTEMPORAINE

JAMES SULLY. **Le pessimisme**, traduit par M. A. BERTRAND et GÉRARD. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

— **Les illusions des sens et de l'esprit**. 1 vol. in-8..... 6 fr.

SICILIANI. **Prolégomènes à la psychogénie moderne**, traduit de l'italien par M. A. HERZEN. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

ESPINAS *. **La philosophie expérimentale en Italie**, origines, état actuel. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

MARIANO. **La philosophie contemporaine en Italie**, essais de philos. hegelienne. In-18. 2 fr. 50

FERRI (Louis). **Essai sur l'histoire de la philosophie en Italie au XIX^e siècle**. 2 vol. in-8. 12 fr.

— **La philosophie de l'association depuis Hobbes jusqu'à nos jours**. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

MINGHETTI. **L'État et l'Église**. 1 vol. in-8..... 5 fr.

LEOPARDI. **Opuscules et pensées**. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

MANTEGAZZA. **La physionomie et l'expression des sentiments**. 1 vol. in-8..... 6 fr.

BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

Vol. in-18 à 3 fr. 50. — Vol. in-8 à 5 et 7 fr.

Cart., 1 fr. en plus par volume; reliure, 2 fr.

EUROPE

SYBEL (H. de). **Histoire de l'Europe pendant la Révolution française**, traduit de l'allemand par M^lle DOSQUET. 3 vol. in-8. 21 fr.
Chaque volume séparément. 7 fr.

DEBIDOUR. **Histoire diplomatique de l'Europe depuis 1815 jusqu'à nos jours**. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

FRANCE

CARLYLE. **Histoire de la Révolution française**. Traduit de l'anglais. 3 vol. in-18 ; chaque volume. 3 fr. 50

CARNOT (H.). **La Révolution française**, résumé historique. 1 vol. in-12, nouvelle édit. 3 fr. 50

ROCHAU (De). **Histoire de la Restauration**. 1 vol. in-18, traduit de l'allemand. 3 fr. 50

* LOUIS BLANC. **Histoire de dix ans**. 5 vol. in-8. 25 fr.
Chaque volume séparément. 5 fr.

— 25 pl. en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de dix ans*. 6 fr.

* ÉLIAS REGNAULT. **Histoire de huit ans** (1840-1848). 3 vol. in-8, 15 fr. — Chaque volume séparément. 5 fr.

— 14 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de huit ans*. 4 fr.

* TAXILE DELORD. **Histoire du second empire** (1848-1870). 6 vol. in-8, 42 fr. — Chaque volume séparément. 7 fr.

* BOERT. **La Guerre de 1870-1871**, d'après le colonel fédéral suisse Rustow. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

LAUGEL (A.). **La France politique et sociale**. 1 vol. in-8. 5 fr.

GAFFAREL (P.). **Les Colonies françaises**. 1 vol. in-8. 2^e édit. 5 fr.

WAHL. **L'Algérie**. 1 vol. in-8. 5 fr.

ANGLETERRE

SIR CORNEWAL LEWIS. **Histoire gouvernementale de l'Angleterre depuis 1770 jusqu'à 1830.** 1 vol. in-8, traduit de l'anglais. 7 fr.

REYNALD (H.). **Histoire de l'Angleterre** depuis la reine Anne jusqu'à nos jours. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50

* THACKERAY. **Les Quatre George.** Traduit de l'anglais par LEFOYER. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* BAGEHOT (W.). **La Constitution anglaise,** traduit de l'anglais 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* BAGEHOT (W.). **Lombart-street.** Le marché financier en Angleterre 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* LAUGEL (Aug.). **Lord Palmerston et lord Russel.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* GLADSTONE (E. W.). **Questions constitutionnelles** (1873-1878). — Le Prince-époux. — Le droit électoral. Traduit de l'anglais, et précédé d'une Introduction par Albert GIGOT. 1 vol. in-8. 5 fr.

ALLEMAGNE

* HILLEBRAND (K.). **La Prusse contemporaine et ses institutions.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* VÉRON (Eug.). **Histoire de la Prusse,** depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa. 1 vol. in-18. 3e édit. 3 fr. 50

VÉRON (Eug.). **Histoire de l'Allemagne,** depuis la bataille de Sadowa jusqu'à nos jours. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50

* BOURLOTON (Ed.). **L'Allemagne contemporaine.** 1 volume in-18. 3 fr. 50

AUTRICHE-HONGRIE

* ASSELINE (L.). **Histoire de l'Autriche,** depuis la mort de Marie-Thérèse jusqu'à nos jours. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50

SAYOUS (Ed.). **Histoire des Hongrois** et de leur littérature politique, de 1790 à 1815. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

ESPAGNE

* REYNALD (H.). **Histoire de l'Espagne** depuis la mort de Charles III jusqu'à nos jours. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

RUSSIE

HERBERT BARRY. **La Russie contemporaine,** traduit de l'anglais. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CRÉHANGE (M.). **Histoire contemporaine de la Russie.** 1 volume in-18. 3 fr. 50

SUISSE

DIXON (H.). **La Suisse contemporaine.** 1 vol. in-18, traduit de l'anglais. 3 fr. 50

* DAENDLIKER. **Histoire du peuple suisse,** traduit de l'allemand par Mme Jules FAVRE, et précédé d'une Introduction de M. Jules FAVRE. 1 vol. in-18. 5 fr.

AMÉRIQUE

DEBERLE (Alf.). **Histoire de l'Amérique du Sud,** depuis sa conquête jusqu'à nos jours. 1 vol. in-18. 2e édit. 3 fr. 50

* LAUGEL (Aug.). **Les États-Unis pendant la guerre.** 1861-1864. Souvenirs personnels. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

---

* DESPOIS (Eug.). **Le Vandalisme révolutionnaire.** Fondations littéraires, scientifiques et artistiques de la Convention. 2e édition, précédée d'une notice sur l'auteur par M. Charles BIGOT. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

* BARNI (Jules). **Histoire des idées morales et politiques en France au dix-huitième siècle.** 2 vol. in-18. Chaque volume. 3 fr. 50

REVUE PHILOSOPHIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par TH. RIBOT

Agrégé de philosophie, Docteur ès lettres

(10e *année*, 1885.)

La REVUE PHILOSOPHIQUE paraît tous les mois, par livraisons de 6 ou 7 feuilles grand in-8, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

CHAQUE NUMÉRO DE LA *REVUE* CONTIENT :

1° Plusieurs articles de fond; 2° des analyses et comptes rendus des nouveaux ouvrages philosophiques français et étrangers; 3° un compte rendu aussi complet que possible des *publications périodiques* de l'étranger pour tout ce qui concerne la philosophie; 4° des notes, documents, observations, pouvant servir de matériaux ou donner lieu à des vues nouvelles.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison..... 3 fr.

Les années écoulées se vendent séparément, 30 francs, et par livraisons de 3 francs.

REVUE HISTORIQUE

Dirigée par G. MONOD

Maître de conférences à l'École normale, directeur à l'École de Hautes-Études.

(10e *année*, 1885.)

La REVUE HISTORIQUE paraît tous les deux mois, par livraisons grand in-8 de 15 ou 16 feuilles, de manière à former à la fin de l'année trois beaux volumes de 500 pages chacun.

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

I. Plusieurs *articles de fond*, comprenant chacun, s'il est possible, un travail complet. — II. Des *Mélanges et Variétés*, composés de documents inédits d'une étendue restreinte et de courtes notices sur des points d'histoire curieux ou mal connus. — III. Un *Bulletin historique* de la France et de l'étranger, fournissant des renseignements aussi complets que possible sur tout ce qui touche aux études historiques. — IV. Une *analyse des publications périodiques* de la France et de l'étranger, au point de vue des études historiques. — V. Des *Comptes rendus critiques* des livres d'histoire nouveaux.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison..... 6 fr.

Les années écoulées se vendent séparément 30 francs, et par fascicules de 6 francs. Les fascicules de la 1re année se vendent 9 francs.

Table des matières contenues dans les cinq premières années de la Revue historique (1876 à 1880), par CHARLES BÉMONT. 1 vol. in-8, 3 fr. (pour les abonnés de la *Revue*, 1 fr. 50).

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Publiée sous la direction de M. Émile ALGLAVE

La *Bibliothèque scientifique internationale* est une œuvre dirigée par les auteurs mêmes, en vue des intérêts de la science, pour la populariser sous toutes ses formes, et faire connaître immédiatement dans le monde entier les idées originales, les directions nouvelles, les découvertes importantes qui se font chaque jour dans tous les pays. Chaque savant expose les idées qu'il a introduites dans la science, et condense pour ainsi dire ses doctrines les plus originales.

On peut ainsi, sans quitter la France, assister et participer au mouvement des esprits en Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Italie, tout aussi bien que les savants mêmes de chacun de ces pays.

La *Bibliothèque scientifique internationale* ne comprend pas seulement des ouvrages consacrés aux sciences physiques et naturelles, elle aborde aussi les sciences morales, comme la philosophie, l'histoire, la politique et l'économie sociale, la haute législation, etc.; mais les livres traitant des sujets de ce genre se rattachent encore aux sciences naturelles, en leur empruntant les méthodes d'observation et d'expérience qui les ont rendues si fécondes depuis deux siècles.

Cette collection paraît à la fois en français, en anglais, en allemand et en italien : à Paris, chez Félix Alcan; à Londres, chez C. Kegan, Paul et Cie; à New-York, chez Appleton; à Leipzig, chez Brockhaus; et à Milan, chez Dumolard frères.

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

VOLUMES IN-8, CARTONNÉS A L'ANGLAISE, A 6 FRANCS.

Les mêmes en demi-reliure veau avec coins, tranche supér. dorée, non rogné..... 10 francs.

Les titres précédés d'un *astérisque* sont recommandés par le Ministère de l'Instruction publique pour les Bibliothèques et pour les distributions de prix des lycées et des collèges.

* 1. J. TYNDALL. **Les glaciers et les transformations de l'eau**, avec figures. 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.

* 2. MAREY. **La machine animale**, locomotion terrestre et aérienne, avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.

3. BAGEHOT. **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.

4. BAIN. **L'esprit et le corps.** 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.

* 5. PETTIGREW. **La locomotion chez les animaux**, marche, natation. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.

* 6. HERBERT SPENCER. **La science sociale.** In-8. 6e édit. 6 fr.

* 7. SCHMIDT (O.). **La descendance de l'homme et le darwinisme.** 1 vol. in-8, avec fig. 4e édition. 6 fr.

* 8. MAUDSLEY. **Le crime et la folie.** 1 vol. in-8. 5e édit. 6 fr.

Le Crime et la Folie, par H. MAUDSLEY, professeur de médecine légale à l'Université de Londres. 1 vol.

La Défense des États et des camps retranchés, par le général A. BRIALMONT, inspecteur général des fortifications et du corps du génie de Belgique. 1 vol. avec nombreuses figures dans le texte et 2 planches hors texte.

La Monnaie et le mécanisme de l'échange, par W. STANLEY JEVONS, prof. d'économie politique à l'Université de Londres. 1 vol.

La Sociologie, par DE ROBERTY. 1 vol.

La Science de l'éducation, par Alex. BAIN, professeur à l'Université d'Aberdeen (Écosse) 1 vol.

Lois scientifiques du développement des nations dans leurs rapports avec les principes de l'hérédité et de la sélection naturelle, par W. BAGEHOT. 1 vol.

La Vie du Langage, par D. WHITNEY, professeur de philologie comparée à Yale-College de Boston (États-Unis). 1 vol.

PHYSIOLOGIE

Les Illusions des Sens et de l'Esprit, par JAMES SULLY. 1 vol in-8.

La Locomotion chez les animaux (marche, natation et vol), suivie d'une étude sur l'*Histoire de la Navigation aérienne*, par J.-B. PETTIGREW, professeur au Collège royal de chirurgie d'Édimbourg (Écosse). 1 vol. avec 140 figures dans le texte.

Les Nerfs et les Muscles, par J. ROSENTHAL, professeur de physiologie à l'Université d'Erlangen (Bavière). 1 vol. avec 75 figures dans le texte.

La Machine animale, par E.-J. MAREY, membre de l'Institut, professeur au Collège de France. 1 vol. avec 117 figures dans le texte.

Les Sens, par BERNSTEIN, professeur de physiologie à l'Université de Halle (Prusse). 1 vol. avec 91 figures dans le texte.

Les organes de la parole, par H. DE MEYER, professeur à l'Université de Zurich, traduit de l'allemand et précédé d'une Introduction sur l'*Enseignement de la parole aux sourds-muets*, par O. CLAVEAU, inspecteur général des établissements de bienfaisance. 1 vol. avec 54 figures dans le texte.

La physionomie et l'expression des sentiments, par P. MANTEGAZZA, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Florence. 1 vol. avec figures et 8 planches hors texte, d'après les dessins originaux d'Édouard Ximenès.

PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

Le Cerveau et ses fonctions, par J. LUYS, membre de l'Académie de médecine, médecin de la Salpêtrière. 1 vol. avec figures.

Le Cerveau et la Pensée chez l'homme et les animaux, par CHARLTON BASTIAN, professeur à l'Université de Londres. 2 vol. avec 184 figures dans le texte.

Le Crime et la Folie, par H. MAUDSLEY, professeur à l'Université de Londres. 1 vol.

L'Esprit et le Corps, considérés au point de vue de leurs relations, suivi d'études sur les *Erreurs généralement répandues au sujet de l'Esprit*, par Alex. Bain, prof. à l'Université d'Aberdeen (Écosse). 1 vol.

Théorie scientifique de la sensibilité : *le Plaisir et la Peine*, par Léon Dumont. 1 vol.

La matière et la physique moderne, par Stallo; précédé d'une préface par C. Friedel, de l'Institut.

ANTHROPOLOGIE

L'Espèce humaine, par A. de Quatrefages, membre de l'Institut, professeur d'anthropologie au Muséum d'histoire naturelle de Paris. 1 vol.

L'Homme avant les métaux, par N. Joly, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Toulouse. 1 vol. avec 150 figures dans le texte et un frontispice.

Les peuples de l'Afrique, par R. Hartmann, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. avec 93 figures dans le texte.

ZOOLOGIE

Descendance et Darwinisme, par O. Schmidt, professeur à l'Université de Strasbourg. 1 vol. avec figures.

Fourmis, Abeilles, Guêpes, par sir John Lubbock. 2 vol. in-8, avec figures dans le texte et 13 planches hors texte dont 5 coloriées.

L'Écrevisse, introduction à l'étude de la zoologie, par Th.-H. Huxley, membre de la Société royale de Londres et de l'Institut de France, professeur d'histoire naturelle à l'École royale des mines de Londres. 1 vol. avec 82 figures.

Les Commensaux et les Parasites dans le règne animal, par P.-J. Van Beneden, professeur à l'Université de Louvain (Belgique). 1 vol. avec 83 figures dans le texte.

La philosophie zoologique avant Darwin, par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris. 1 vol.

BOTANIQUE — GÉOLOGIE

Les Champignons, par Cooke et Berkeley. 1 vol. avec 110 figures.

L'Évolution du règne végétal, *les Cryptogames*, par G. de Saporta, correspondant de l'Institut, et Marion, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. 1 vol. avec 85 figures dans le texte.

Les Volcans et les Tremblements de terre, par Fuchs, professeur à l'Université de Heidelberg. 1 vol. avec 36 figures et une carte en couleur.

Origine des Plantes cultivées, par A. de Candolle, correspondant de l'Institut. 1 vol.

Introduction à l'étude de la botanique (le Sapin), par J. de Lanessan, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8 avec figures dans le texte.

CLAMAGERAN. **L'Algérie**, impressions de voyage. 3e édition. 1 vol. in-18. 1884. 3 fr. 50

CLOOD. **L'enfance du monde**, simple histoire de l'homme des premiers temps. In-12. 1 fr.

CONTA. **Théorie du fatalisme**. 1 vol. in-18. 1877. 4 fr.

CONTA. **Introduction à la métaphysique**. 1 vol. in-18. 3 fr.

COQUEREL (Charles). **Lettres d'un marin à sa famille**. 1870. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

COQUEREL fils (Athanase). **Libres études** (religion, critique, histoire, beaux-arts). 1867. 1 vol. in-8. 5 fr.

COQUEREL fils (Athanase). **Pourquoi la France n'est-elle pas protestante ?** 2e édition. In-8. 1 fr.

COQUEREL fils (Athanase). **La charité sans peur**. In-8. 75 c.

COQUEREL fils (Athanase). **Évangile et liberté**. In-8. 50 c.

COQUEREL fils (Athanase). **De l'éducation des filles**, réponse à Mgr l'évêque d'Orléans. In-8. 1 fr.

CORLIEU (le docteur). **La mort des rois de France**, depuis François Ier jusqu'à la Révolution française, études médicales et historiques. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

Conférences de la Porte-Saint-Martin pendant le siège de Paris. Discours de MM. *Desmarets* et *de Pressensé*. — *Coquerel :* sur les moyens de faire durer la République. — *Le Berquier :* sur la Commune. — *E. Bersier :* sur la Commune. — *H. Cernuschi :* sur la Légion d'honneur. In-8. 1 fr. 25

CORTAMBERT (Louis). **La religion du progrès**. In-18. 3 fr. 50

COSTE (Adolphe). **Hygiène sociale contre le paupérisme** (prix de 5000 fr. au concours Péreire). 1 vol. in-8. 1882. 6 fr.

DANICOURT (Léon). **La patrie et la république**. In-18. 2 fr. 50

DANOVER. **De l'esprit moderne**. 1 vol. in-18. 1 fr. 50

DAURIAC (Lionel). **Des notions de force et de matière dans les sciences de la nature**. 1 vol. in-8. 1878. 5 fr.

DAURIAC. **Psychologie et pédagogie**. 1 br. in-8 1884. 1 fr.

DAVY. **Les conventionnels de l'Eure**. 2 forts vol. in-8. 18 fr.

DELBŒUF. **La psychologie comme science naturelle**. 1 vol. in-8. 1876. 2 fr. 50

DELBŒUF. **Psychophysique**, mesure des sensations de lumière et de fatigue; théorie générale de la sensibilité. In-18. 1883. 3 fr. 50

DELBŒUF. **Examen critique de la loi psychophysique**, sa base et sa signification. 1 vol. in-18. 1883. 3 fr. 50

DESTREM (J.). **Les déportations du Consulat**. 1 br. in-8. 1 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **De la nature humaine**. 1868. 1 v. in-8. 5 fr.

DOLLFUS (Ch.). **Lettres philosophiques**. In-18. 3 fr.

DOLLFUS (Ch.). **Considérations sur l'histoire**. Le monde antique. 1872. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **L'âme dans les phénomènes de conscience**. 1 vol. in-18. 1876. 3 fr.

DUBOST (Antonin). **Des conditions de gouvernement en France**. 1 vol. in-8. 1875. 7 fr. 50

DUCROS. **Schopenhauer et les origines de sa métaphysique**, ou les Origines de la transformation de la chose en soi de Kant à Schopenhauer. 1 vol. in-8. 1883. 3 fr. 50

DUFAY. **Études sur la Destinée**. 1 vol. in-18, 1876. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Le sentiment du gracieux**. 1 vol. in-8. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Des causes du rire**. 1 vol. in-8. 2 fr.

DUNAN. **Essai sur les formes à priori de la sensibilité**. 1 vol. in-8. 1884. 5 fr.

DUNAN. **Les arguments de Zénon d'Elée contre le mouvement**. 1 br. in-8. 1884. 1 fr. 50

DU POTET. **Manuel de l'étudiant magnétiseur.** Nouvelle édition. 1868. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DU POTET. **Traité complet de magnétisme**, cours en douze leçons. 1879, 4e édition. 1 vol. in-8 de 634 pages. 8 fr.

DUPUY (Paul). **Études politiques**, 1874. 1 v. in-8. 3 fr. 50

DURAND-DÉSORMEAUX. **Réflexions et pensées**, précédées d'une notice sur la vie, le caractère et les écrits de l'auteur, par Ch. YRIARTE. 1 vol. in-8. 1884. 2 fr. 50

DURAND-DÉSORMEAUX. **Études philosophiques**, théorie de l'action, théorie de la connaissance. 2 vol. in-8. 1884. 15 fr.

DUTASTA. **Le Capitaine Vallé**, ou l'Armée sous la Restauration. 1 vol. in-18. 1883. 3 fr. 50

DUVAL-JOUVE. **Traité de Logique**. 1855. 1 vol. in-8. 6 fr.

DUVERGIER DE HAURANNE (Mme E.). **Histoire populaire de la Révolution française**. 1 vol. in-18. 3e édit. 3 fr. 50

Éléments de science sociale. Religion physique, sexuelle et naturelle. 1 vol. in-18. 4e édit. 1885. 3 fr 50

ÉLIPHAS LÉVI. **Dogme et rituel de la haute magie**. 1861. 2e édit., 2 vol. in-8, avec 24 fig. 18 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Histoire de la magie**. In-8, avec fig. 12 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Clef des grands mystères**. In-8. 12 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **La science des esprits**. In 8. 7 fr.

ESPINAS. **Idée générale de la pédagogie**. 1 br. in-8. 1884. 1 fr.

ÉVELLIN. **Infini et quantité**. Étude sur le concept de l'infini dans la philosophie et dans les sciences. In-8. 2e édit. (*Sous presse.*)

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie**. Première partie : Antiquité et moyen âge. 1 vol. in-12, 1877. 3 fr. 50

FAU. **Anatomie des formes du corps humain**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 1 atlas de 25 planches avec texte. 2e édition. Prix, fig. noires. 15 fr. ; fig. coloriées. 30 fr.

FAUCONNIER. **Protection et libre échange**. In-8. 2 fr.

FAUCONNIER. **La morale et la religion dans l'enseignement**. 1 vol. in-8. 1881. 75 c.

FAUCONNIER. **L'or et l'argent**. 1 brochure in-8. 2 fr. 50

FERBUS (N.). **La science positive du bonheur**. 1 v. in-18. 3 fr.

FERRIÈRE (Em.). **Les apôtres**, essai d'histoire religieuse, d'après la méthode des sciences naturelles. 1 vol. in-12. 4 fr. 50

FERRIÈRE. **L'âme est la fonction du cerveau**. 2 vol. in-18. 1883. 7 fr.

FERRIÈRE. **Le paganisme des Hébreux jusqu'à la captivité de Babylone**. 1 vol. in-18. 1884. 3 fr. 50

FERRON (de). **Institutions municipales et provinciales** dans les différents États de l'Europe. Comparaison. Réformes. 1 vol. in-8. 1883. 8 fr.

FERRON (de). **Théorie du progrès**. 2 vol. in-18. 7 fr.

FIAUX. **La femme, le mariage et le divorce**, étude de sociologie et de physiologie. 1 vol. in-18. 3 fr.

FOX (W.-J.). **Des idées religieuses**. In-8. 1876. 3 fr.

FRIBOURG (E.). **Le paupérisme parisien**. 1 vol. in-12. 1 fr. 25

GALTIER-BOISSIÈRE. **Sématotechnie**, ou Nouveaux signes phonographiques. 1 vol. in-8 avec figures. 3 fr. 50

GASTINEAU. **Voltaire en exil**. 1 vol. in-18. 3 fr.

GAYTE (Claude). **Essai sur la croyance**. 1 vol. in-8. 3 fr.

GILLIOT (Alph.). **Études sur les religions et institutions comparées**. 2 vol. in-12, tome Ier. 3 fr. — Tome II. 5 fr.

GOBLET D'ALVIELLA. **L'évolution religieuse** chez les Anglais, les Américains, les Indous, etc. 1 vol. in-8. 1883. 8 fr.

GRESLAND. **Le génie de l'homme**, libre philosophie. 1 fort vol. grand in-8. 1883. 7 fr.

GUICHARD (V.). **La liberté de penser.** In-18. 3 fr. 50

GUILLAUME (de Moissey). **Nouveau traité des sensations.** 2 vol. in-8. 1876. 15 fr.

GUILLY. **La nature et la morale.** 1 vol. in-18. 2e éd. 2 fr. 50

GUYAU. **Vers d'un philosophe.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HAYEM (Armand). **L'être social.** 1 vol. in-18. 1881. 3 fr. 50

HERZEN. **Récits et Nouvelles.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **De l'autre rive.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **Lettres de France et d'Italie.** 1871. In-18. 3 fr. 50

HUXLEY. **La physiographie**, introduction à l'étude de la nature, traduit et adapté par M. G. Lamy. 1 vol. in-8 avec figures dans le texte et 2 planches en couleurs, broché, 8 fr. — En demi-reliure, tranches dorées. 11 fr.

ISSAURAT. **Moments perdus de Pierre-Jean.** In-18. 3 fr.

ISSAURAT. **Les alarmes d'un père de famille.** In-8. 1 fr.

JACOBY. **Études sur la sélection dans ses rapports avec l'hérédité chez l'homme.** 1 vol. gr. in-8. 1881. 14 fr.

JANET (Paul). **Le médiateur plastique de Cudworth.** 1 vol. in-8. 1 fr.

JEANMAIRE. **L'idée de la personnalité dans la psychologie moderne.** 1 vol. in-8. 1883. 5 fr.

JOZON (Paul). **De l'écriture phonétique.** In-18. 3 fr. 50

JOYAU. **De l'invention dans les arts et dans les sciences.** 1 vol. in-8. 5 fr.

KRANTZ (Emile). **Essai sur l'esthétique de Descartes**, rapports de la doctrine cartésienne avec la littérature classique du XVIe siècle. 1 vol. in-8. 1882. 6 fr.

LABORDE. **Les hommes et les actes de l'insurrection de Paris** devant la psychologie morbide. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

LACHELIER. **Le fondement de l'induction.** 1 vol. in-8. 3 fr. 50

LACOMBE. **Mes droits.** 1869. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

LAGGROND. **L'Univers, la force et la vie.** 1 vol. in-8. 1884. 2 fr. 50

LA LANDELLE (de). **Alphabet phonétique.** In-18. 2 fr. 50

LANGLOIS. **L'homme et la Révolution.** 2 vol. in-18. 7 fr.

LA PERRE DE ROO. **La consanguinité et les effets de l'hérédité.** 1 vol. in-8. 5 fr.

LAUSSEDAT. **La Suisse.** Études méd. et sociales. In-18. 3 fr. 50

LAVELEYE (Em. de). **De l'avenir des peuples catholiques.** 1 brochure in-8. 21e édit. 1876. 25 c.

LAVELEYE (Em. de). **Lettres sur l'Italie** (1878-1879). 1 vol. in-18. 3 fr. 50

LAVELEYE. **Nouvelles lettres d'Italie.** 1 vol. in-8. 1884. 3 fr.

LAVELEYE (Em. de). **L'Afrique centrale.** 1 vol. in-12. 3 fr.

LAVERGNE (Bernard). **L'ultramontanisme et l'État.** 1 vol. in-8. 1875. 1 fr. 50

LEDRU-ROLLIN. **Discours politiques et écrits divers.** 2 vol. in-8 cavalier. 1879. 12 fr.

LEGOYT. **Le suicide.** 1 vol. in-8. 8 fr.

LELORRAIN. **De l'aliéné au point de vue de la responsabilité pénale.** 1 brochure in-8. 2 fr.

LEMER (Julien). **Dossier des jésuites et des libertés de l'Église gallicane.** 1 vol. in-18. 1877. 3 fr. 50

LITTRÉ. **Conservation, révolution et positivisme.** 1 vol. in-12. 2e édition. 1879. 5 fr.

LITTRÉ. **De l'établissement de la troisième république.** 1 vol. gr. in-8. 1881. 9 fr.

LOURDEAU. **Le Sénat et la magistrature dans la démocratie française.** 1 vol. in-18. 1879. 3 fr. 50

MAGY. **De la science et de la nature.** In-8. 6 fr.

MARAIS. **Garibaldi et l'armée des Vosges.** In-18. 1 fr. 50

MASSERON (I.). **Danger et nécessité du socialisme.** 1 vol. in-18. 1883. 3 fr. 50

MAURICE (Fernand). **La politique extérieure de la République française.** 1 vol. in-12. 3 fr. 50

MAX MULLER. **Amour allemand.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MAZZINI. **Lettres de Joseph Mazzini** à Daniel Stern (1864-1872), avec une lettre autographiée. 3 fr. 50

MENIÈRE. **Cicéron médecin.** 1 vol. in-18. 4 fr. 50

MENIÈRE. **Les consultations de Mme de Sévigné**, étude médico-littéraire. 1884. 1 vol. in-8. 3 fr.

MESMER. **Mémoires et aphorismes**, suivis des procédés de d'Eslon. 1846. In-18. 2 fr. 50

MICHAUT (N.). **De l'imagination.** 1 vol. in-8. 5 fr.

MILSAND. **Les études classiques** et l'enseignement public. 1873. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MILSAND. **Le code et la liberté.** 1865. In-8. 2 fr.

MORIN (Miron). **De la séparation du temporel et du spirituel.** 1866. In-8. 3 fr. 50

MORIN (Miron). **Essais de critique religieuse.** 1 fort vol. in-8. 1885. 5 fr.

MORIN. **Magnétisme et sciences occultes.** In-8. 6 fr.

MORIN (Frédéric). **Politique et philosophie.** In-18. 3 fr. 50

MUNARET. **Le médecin des villes et des campagnes.** 4e édition. 1862. 1 vol. grand in-18. 4 fr. 50

NOEL (E.). **Mémoires d'un imbécile**, précédé d'une préface de *M. Littré*. 1 vol. in-18. 3e édition. 1879. 3 fr. 50

OGER. **Les Bonaparte** et les frontières de la France. In-18. 50 c.

OGER. **La République.** 1871, brochure in-8. 50 c.

OLECHNOWICZ. **Histoire de la civilisation de l'humanité**, d'après la méthode brahmanique. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

OLLÉ-LAPRUNE. **La philosophie de Malebranche.** 2 vol. in-8. 16 fr.

PARIS (le colonel). **Le feu à Paris et en Amérique.** 1 vol. in-18. 3 fr. 50

PARIS (comte de). **Les associations ouvrières en Angleterre** (trades-unions). 1 vol. in-18. 7e édit. 1884. 1 fr.
Édition sur papier fort, 2 fr. 50. — Sur papier de Chine : broché, 12 fr. — Rel. de luxe. 20 fr.

PELLETAN (Eugène). **La naissance d'une ville** (Royan). 1 vol. in-18. 2 fr.

PELLETAN (Eug.). **Jarousseau, le pasteur du désert**. 1 vol. in-18. 1877. Couronné par l'Académie française. 6e édition. 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Élisée, voyage d'un homme à la recherche de lui-même**. 1 vol. in-18. 1867. 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Un roi philosophe, Frédéric le Grand**. 1 vol. in-18. 1878. 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Le monde marche** (la loi du progrès). In-18. 3 fr. 50

PENJON. **Berkeley**, sa vie et ses œuvres. In-8. 1878. 7 fr. 50

PEREZ (Bernard). **L'éducation dès le berceau**. In-8. 5 fr.

PEREZ (Bernard). **La psychologie de l'enfant** (les trois premières années). 2e édition entièrement refondue. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

PEREZ (Bernard). **Thiery Tiedmann. — Mes deux chats**. 1 brochure in-12. 2 fr.

PEREZ (Bernard). **Jacotot et sa méthode d'émancipation intellectuelle**. 1 vol. in-18. 3 fr.

PETROZ (P.). **L'art et la critique en France** depuis 1822. 1 vol. in-18. 1875. 3 fr. 50

PETROZ. **Un critique d'art au XIXe siècle**. 1 vol. in-18. 1884. 1 fr. 50

PHILBERT (Louis). **Le rire**, essai littéraire, moral et psychologique. 1 vol. in-8. 1883. (Ouvrage couronné par l'Académie française.) 7 fr. 50

POEY. **Le positivisme**. 1 fort vol. in-12. 1876. 4 fr. 50

POEY. **M. Littré et Auguste Comte**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

POULLET. **La campagne de l'Est** (1870-1871). 1 vol. in-8 avec 2 cartes, et pièces justificatives. 1879. 7 fr.

QUINET (Edgar). **Œuvres complètes**. 28 volumes in-18. Chaque volume. ..... 3 fr. 50

Chaque ouvrage se vend séparément :

* I. — Génie des Religions. — De l'Origine des Dieux (nouvelle édition).

* II. — Les Jésuites. — L'Ultramontanisme. — Introduction à la Philosophie de l'Humanité (nouvelle édition) avec Préface inédite. — Essai sur les Œuvres de Herder.

* III. — Le Christianisme et la Révolution française. Examen de la vie de Jésus-Christ, par STRAUSS.

* IV. — Les Révolutions d'Italie.

* V. — Marnix de Sainte-Aldegonde.

* VI. — Les Roumains. — Allemagne et Italie. — Mélanges.

VII. — Ahasverus.

VIII. — Prométhée. — Les Esclaves.

IX. — Mes Vacances en Espagne.

Suite des Œuvres de EDGAR QUINET.

I. — Histoire de mes idées.

XI. — L'Enseignement du Peuple. — La Croisade romaine. — L'État de siège. — Œuvres politiques, *avant l'exil*.

* XII-XIII-XIV. — La Révolution, 3 vol.

* XV. — Histoire de la Campagne de 1815.

XVI. — Napoléon (poème), *épuisé*.

XVII-XVIII. — Merlin l'Enchanteur, 2 vol.

* XIX-XX. — Correspondance, *lettres à sa mère*, 2 vol.

* XXI-XXII. — La Création, 2 vol.

XXIII. — Le Livre de l'Exilé. — Œuvres politiques, *pendant l'exil*. — Le Panthéon. — Révolution religieuse au XIX^e^ siècle.

XXIV. — Le Siège de Paris et la Défense nationale. — Œuvres politiques, *après l'exil*.

XXV. — La République, conditions de régénération de la France.

* XXVI. — L'esprit nouveau.

* XXVII. — La Grèce moderne. — Histoire de la poésie. — Épopées françaises du XX^e^ siècle.

XXVIII. — Vie et Mort du Génie grec.

Les tomes XI, XVII, XVIII, XIX et XX peuvent être fournis en format in-8. 6 fr. le volume.

RAMBERT (E.) et P. ROBERT. **Les oiseaux dans la nature**, description pittoresque des oiseaux utiles. 3 vol. in-folio contenant chacun 20 chromolithographies, 10 gravures sur bois hors texte, et de nombreuses gravures dans le texte. Chaque volume, dans un carton, 40 fr.; relié, avec fers spéciaux. 50 fr.

RÉGAMEY (Guillaume). **Anatomie des formes du cheval**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 6 planches en chromolithographie, publiées sous la direction de FÉLIX RÉGAMEY, avec texte par le D^r^ KUHFF. 8 fr.

RIBERT (Léonce). **Esprit de la Constitution** du 25 février 1875. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

ROBERT (Edmond). **Les domestiques**. In-18. 1875. 3 fr. 50

SECRÉTAN. **Philosophie de la liberté**. 2 vol. in-8. 10 fr.

SIEGFRIED (Jules). **La misère, son histoire, ses causes, ses remèdes**. 1 vol. grand in-18. 3^e^ édition. 1879. 2 fr. 50

SIÈREBOIS. **Autopsie de l'âme**. Identité du matérialisme et du vrai spiritualisme. 2^e^ édit. 1873. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

SMEE (A.). **Mon jardin**, géologie, botanique, histoire naturelle. 1 magnifique vol. gr. in-8, orné de 1300 fig. et 52 pl. hors texte. Broché, 15 fr — Demi-rel., tranches dorées. 18 fr.

SOREL (Albert). **Le traité de Paris du 20 novembre 1815.** 1873. 1 vol. in-8. 4 fr. 50

SOREL (Albert). **Recueil des instructions données aux ambassadeurs et ministres de France, en Autriche**, depuis les traités de Westphalie jusqu'à la Révolution française, publié sous les auspices de la Commission des archives diplomatiques. 1 fort vol. gr. in-8, sur papier de Hollande. 20 fr.

STUART MILL (J.). **La République de 1848**, traduit de l'anglais, avec préface par SADI CARNOT. 1 vol in-18. 3 fr. 50

TÉNOT (Eugène). **Paris et ses fortifications** (1870-1880 . 1 vol. in-8. 5 fr.

TÉNOT (Eugène). **La frontière** (1870-1881). 1 fort vol. grand in-8. 1882. 8 fr.

THIERS (Édouard). **La puissance de l'armée par la réduction du service**. 1 vol. in-8. 1 fr. 50

THULIÉ. **La folie et la loi**. 1867. 2e édit. 1 vol. in-8. 3 fr. 50

THULIÉ. **La manie raisonnante du docteur Campagne**. 1870. Broch. in-8 de 132 pages. 2 fr.

TIBERGHIEN. **Les commandements de l'humanité**. In-18. 3 fr.

TIBERGHIEN. **Enseignement et philosophie**. In-18. 4 fr.

TIBERGHIEN. **Introduction à la philosophie**. In-8. 8 fr.

TIBERGHIEN. **La science de l'âme**. 1 v. in-12. 3e édit. 1879. 6 fr.

TIBERGHIEN. **Éléments de morale univ**. 1 v. in-12. 1879. 2 fr.

TISSANDIER. **Études de Théodicée**. 1869. In-8 de 270 p. 4 fr.

TISSOT. **Principes de morale**. In-8. 6 fr.

TISSOT. Voy. KANT, page 7.

TISSOT (J.). **Essai de philosophie naturelle**. Tome Ier. 1 vol. in-8. 12 fr.

VACHEROT. **La science et la métaphysique**. 3 vol. in-18. 10 fr. 50

VACHEROT. Voyez pages 3 et 5.

VALLIER. **De l'intention morale**. 1 vol. in-8. 4 fr. 50

VAN DER REST. **Platon et Aristote**. In-8. 1876. 10 fr.

VALMONT (V.). **L'espion prussien**, roman anglais. In-18. 3 fr. 50

VÉRA. **Introduction à la philosophie de Hegel**. 1 vol. in-8, 2e édition. 6 fr. 50

VERNIAL. **Origine de l'homme**, d'après les lois de l'évolution naturelle. 1 vol. in-8. 3 fr.

VIDAL. **La croyance philosophique en Dieu**. 1 vol. in-18. 2e édition. 1 fr. 50

VILLIAUMÉ. **La politique moderne**. 1873. In-8. 6 fr.

VOITURON (P.). **Le libéralisme et les idées religieuses**. 1 vol. in-12. 4 fr.

X***. **La France par rapport à l'Allemagne**. Étude de géographie militaire. 1 vol. in-8 (1884). 6 fr.

YUNG (EUGÈNE). **Henri IV, écrivain**. 1 vol. in-8. 1855. 5 fr.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

I. — HISTOIRE, GÉOGRAPHIE

COURS COMPLET D'HISTOIRE

Publié sous la direction de

M. GABRIEL MONOD

Maître de conférences à l'École normale supérieure,
Directeur à l'École des Hautes-Études.

CLASSE DE NEUVIÈME. — **Récits et biographies historiques**, par MM. G. Dhombres, professeur agrégé d'histoire au lycée Henri IV, et G. Monod. 1 vol. in-12, cart. 3 fr.

On vend séparément :

Première partie : *Histoire ancienne, grecque et moderne.* 1 vol. in-12, cartonné. 1 fr.

Deuxième partie : *Histoire du moyen âge et histoire moderne.* 1 vol. in-12, cart. 2 fr.

CLASSE DE HUITIÈME. — **Histoire de France jusqu'à Henri IV**, par P. Bondois, professeur agrégé d'histoire au lycée de Versailles. (*Sous presse.*)

CLASSE DE SEPTIÈME. — **Histoire de France depuis Henri IV jusqu'à nos jours**, par Bougier, professeur agrégé d'histoire au collège Rollin. (*Sous presse.*)

CLASSE DE SIXIÈME. — **Histoire de l'Orient**, par MM. Basset, professeur à l'École supérieure des lettres d'Alger; et Le Monnier, professeur agrégé d'histoire au lycée Louis-le-Grand. (*Sous presse.*)

CLASSE DE CINQUIÈME. — **Histoire de la Grèce ancienne**, par M. Normand, agrégé de l'Université. (*Sous presse.*)

CLASSE DE QUATRIÈME. — **Histoire romaine**, par MM. P. Guiraud, professeur à la Faculté des lettres de Toulouse, et Lacour-Gayet, professeur agrégé d'histoire au lycée Saint-Louis. 1 vol. in-18 avec 26 figures dans le texte, et 4 cartes coloriées hors texte. 4 fr. 50

CLASSE DE TROISIÈME. — **Histoire de l'Europe de 395 à 1270**, par MM. Perroud, recteur de l'Académie de Toulouse, et G. Monod. (*Sous presse.*)

CLASSE DE SECONDE. — **Histoire de l'Europe de 1270 à 1610**, par MM. Rod, Reuss, professeur d'histoire au gymnase de Strasbourg, et G. Monod. (*Sous presse.*)

CLASSE DE RHÉTORIQUE. — **Histoire de l'Europe de 1610 à 1789**, par MM. Ammann, professeur agrégé d'histoire au lycée Louis-le-Grand, et G. Monod. (*Sous presse.*)

CLASSE DE PHILOSOPHIE. — **Histoire contemporaine de 1789 à 1875**, par MM. Bougier, professeur agrégé d'histoire au collège Rollin, et Francis de Pressensé, secrétaire d'ambassade. (S. *presse.*)

Précis d'histoire des temps modernes, à l'usage des candidats à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr et aux deux baccalauréats, par M. G. Dhombres, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur agrégé d'histoire au collège Rollin. 1 vol. in-12 de 500 pages, broché. 4 fr. 50

Géographie de la France et de ses possessions coloniales, par Louis Bougier, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur agrégé d'histoire au collège Rollin. (*Classe de rhétorique.*) 3 fr. 50

Précis de géographie physique, politique et militaire, à l'usage des candidats aux écoles militaires et aux deux baccalauréats, par Louis Bougier. 1 vol. in-12, broché, de 820 pages. 7 fr.

II. — PHILOSOPHIE

DESCARTES. **Discours sur la méthode et première méditation,** avec notes, introduction et commentaires, par M. V. Brochard, professeur agrégé de philosophie au lycée Fontanes. 1 vol. in-12. 2 fr.

LEIBNIZ. **Monadologie**, avec notes, introduction et commentaires, par M. D. Nolen, recteur de l'Académie de Douai. 1 vol. in-12. 2 fr.

CICÉRON. **De legibus**, livre I, avec notes, introduction et commentaires, par M. G. Compayré, professeur de philosophie à la Faculté des lettres de Toulouse. 1 vol. in-12. 1 fr.

SÉNÈQUE. **De vita beata**, avec notes, introduction et commentaires, par M. L. Dauriac, professeur de philosophie à la Faculté des lettres de Montpellier. 1 vol in-12. 1 fr.

PLATON. **République**, livre VIII, avec introduction, notes et commentaires par M. A. Espinas, professeur de philosophie à la Faculté des lettres de Bordeaux. 1 vol. in-12. 2 fr.

ARISTOTE. **Morale à Nicomaque**, livre VIII, avec introduction, notes et commentaires, par M. L. Carrau, maître de conférences de philosophie à la Faculté des lettres de Paris. 1 vol. in-18. 1 fr. 50

Traduction française des auteurs latins, expliqués dans la classe de philosophie, par MM. Compayré et Espinas. 1 vol. in-12. 1 fr

Traduction française des auteurs grecs, expliqués dans la classe de philosophie, par MM. Carrau et Espinas. 1 vol. in-18. 1 fr.

Morceaux choisis des philosophes allemands, avec notices, par M. Antoine Lévy, professeur agrégé au lycée Charlemagne. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

Résumé de philosophie et analyse des auteurs, à l'usage des candidats au baccalauréat ès sciences, par MM. Thomas, professeur agrégé de philosophie au lycée de Tours, et Reynier, professeur agrégé de rhétorique au lycée de Toulon. 1 vol. in-18. 2 fr.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE ET POPULAIRE

GRAMMAIRE, LITTÉRATURE, HISTOIRE

Éléments de grammaire française de Lhomond, revus, corrigés et augmentés d'exercices, de questionnaires et de modèles d'analyse grammaticale, par M. Taratte, ancien directeur de l'École primaire supérieure de Metz, chevalier de la Légion d'honneur. 1 vol. in-12, cart. 97e édit. 70 cent.

Corrigé des exercices, contenus dans la *grammaire*. 1 vol. in-12, broché 60 cent.

Dictées grammaticales, ou complément des exercices contenus dans la *grammaire*, par M. Taratte. 1 vol. in-12, 4e édit. 1 fr. 25

Premiers éléments de littérature, par M. Taratte. 1 vol. in-12, 5e édition. 1 fr. 25

Traité d'analyse logique, suivi des principaux homonymes français, avec exercices, par M. Taratte. 1 vol. in-12, cart. 60 cent.

Lectures choisies pour les classes supérieures des écoles primaires, par Mme Colin, inspectrice des écoles de la Ville de Paris. 1 vol. in-12, cart. 1 fr. 50

Récits et biographies historiques, par MM. Dhombres, professeur agrégé d'histoire au lycée Henri IV, et G. Monod, maître de conférences à l'École normale supérieure.

Première partie : *Histoire ancienne, grecque et romaine*. 1 vol. in-12, cartonné. 1 fr.

Deuxième partie : *Histoire du moyen âge et histoire moderne*. 1 vol. in-12, cart. 1 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE UTILE

86 VOLUMES PARUS

Le volume de 190 pages, broché, 60 centimes

Cartonné à l'anglaise ou cartonnage toile dorée, 1 fr.

Le titre de cette collection est justifié par les services qu'elle rend et la part pour laquelle elle contribue à l'instruction populaire.

Les noms dont ses volumes sont signés lui donnent d'ailleurs une autorité suffisante pour que personne ne dédaigne ses enseignements. Elle embrasse *l'histoire, la philosophie, le droit, les sciences, l'économie politique* et *les arts*, c'est-à-dire qu'elle traite toutes les questions qu'il est aujourd'hui indispensable de connaître. Son esprit est essentiellement démocratique; le langage qu'elle parle est simple et à la portée de tous, mais il est aussi à la hauteur des sujets traités. La plupart de ces volumes sont adoptés pour les Bibliothèques par le *Ministère de l'Instruction publique*, *le Ministère de la guerre*, *la Ville de Paris*, *la Ligue de l'enseignement*, etc.

HISTOIRE DE FRANCE.

* **Les Mérovingiens**, par BUCHEZ, ancien président de l'Assemblée constituante.

* **Les Carlovingiens**, par BUCHEZ, ancien président de l'Assemblée constituante.

Les luttes religieuses des premiers siècles, par J. BASTIDE, ancien ministre des affaires étrangères. 4e édition.

Les guerres de la Réforme, par J. BASTIDE, ancien ministre des affaires étrangères. 4e édition.

La France au moyen âge, par F. MORIN, ancien professeur de l'Université.

* **Jeanne d'Arc**, par Fréd. LOCK.

Décadence de la monarchie française, par Eug. PELLETAN, sénateur. 4e édition.

* **La Révolution française**, par CARNOT, sénateur (2 volumes).

La défense nationale en 1792, par P. GAFFAREL, professeur à la Faculté des lettres de Dijon.

* **Napoléon Ier**, par Jules BARNI, membre de l'Assemblée nationale.

* **Histoire de la Restauration**, par Fréd. LOCK. 3e édition.

* **Histoire de la marine française**, par Alfr. DONEAUD, professeur à l'Ecole navale. 2e édition.

* **Histoire de Louis-Philippe**, par Edgar ZEVORT, inspecteur de l'Académie de Paris. 2e édition.

Mœurs et Institutions de la France, par P. BONDOIS, professeur au lycée d'Orléans. 2 volumes.

Léon Gambetta, par Joseph REINACH (avec 2 gravures).

PAYS ÉTRANGERS.

* **L'Espagne et le Portugal**, par E. RAYMOND. 2e édition.

Histoire de l'empire ottoman, par L. COLLAS. 2e édition.

La Grèce ancienne, par L. COMBES, conseiller municipal de Paris. 2e édition.

L'Asie occidentale et l'Égypte, par A. OTT. 2e édition.

* **L'Inde et la Chine**, par A. OTT. 2e édition.

* **Les révolutions d'Angleterre**, par Eug. DESPOIS, ancien professeur de l'Université. 3e édition.

Histoire de la maison d'Autriche, par Ch. ROLLAND. 2e édition.

L'Europe contemporaine (1789-1879), par P. BONDOIS, professeur d'histoire au lycée d'Orléans.

Histoire contemporaine de la Prusse, par Alfr. DONEAUD. 1 vol.

Histoire contemporaine de l'Italie, par Félix BENNEGUY. 1 vol.

Histoire contemporaine de l'Angleterre, par A. REGNARD.

Histoire romaine, par CREIGHTON.

L'Antiquité romaine, par WILKINS.

GÉOGRAPHIE. — COSMOGRAPHIE.

Torrents, fleuves et canaux de la France, par H. BLERZY, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

* **Les colonies anglaises**, par le même.

Les îles du Pacifique, par le capitaine de vaisseau JOUAN (avec 1 carte).

Les peuples de l'Afrique et de l'Amérique, par GIRARD DE RIALLE.

Les peuples de l'Asie et de l'Europe, par le même.

* **Notions d'astronomie**, par L. CATALAN, professeur à l'Université de Liège. 4e édition.

Géographie physique, par GEIKIE, professeur à l'Université d'Edimbourg (avec figures).

Continents et océans, par GROVE, membre de la Société royale de géographie de Londres (avec figures).

* **Les entretiens de Fontenelle**

sur la pluralité des mondes, mis au courant de la science par BOILLOT.

* **Le soleil et les étoiles**, par le P. SECCHI, BRIOT, WOLF et DELAUNAY. 2e édition.

* **Les phénomènes célestes**, par ZURCHER et MARGOLLÉ.

PHILOSOPHIE.

La vie éternelle, par ENFANTIN. 2e édition.

Voltaire et Rousseau, par Eug. NOEL. 3e édition.

Histoire populaire de la philosophie, par L. BROTHIER. 3e édition.

* **La philosophie zoologique**, par Victor MEUNIER. 2e édition.

* **L'origine du langage**, par L. ZABOROWSKI.

Physiologie de l'esprit, par PAULHAN (avec figures).

L'Homme est-il libre? par RENARD.

La philosophie positive, par le docteur ROBINET. 2e édition.

SCIENCES.

* **Le génie de la science et de l'industrie**, par B. GASTINEAU.

* **Télescope et Microscope**, par ZURCHER et MARGOLLÉ.

* **Les phénomènes de l'atmosphère**, par ZURCHER, ancien élève de l'Ecole polytechnique. 4e édition.

* **Histoire de l'air**, par Albert LÉVY, ancien élève de l'Ecole polytechnique, physicien titulaire à l'observatoire de Montsouris (avec figures).

* **Hygiène générale**, par le docteur L. CRUVEILHIER. 6e édition.

* **Causeries sur la mécanique**, par BROTHIER. 2e édition.

* **Histoire de la terre**, par le même. 5e édition.

* **Principaux faits de la chimie**, par SAMSON, professeur à l'Ecole vétérinaire d'Alfort. 5e édition.

* **Médecine populaire**, par le docteur TURCK. 4e édition.

* **Les phénomènes de la mer**, par E. MARGOLLÉ. 5e édition.

Origines et fin des mondes, par Ch. RICHARD. 3e édition.

L'homme préhistorique, par L. ZABOROWSKI. 2e édition.

Histoire de l'eau, par BOUANT, agrégé de l'Université (avec figures).

* **Introduction à l'étude des sciences physiques**, par MORAND. 5e édition.

* **Les grands singes**, par le même.

* **Le darwinisme**, par E. FERRIÈRE. 3e édition.

* **Géologie**, par GEIKIE; traduit de l'anglais par H. Gravez, avec 47 figures dans le texte.

Les migrations des animaux et le pigeon voyageur, par ZABOROWSKI.

Premières notions sur les sciences, par Th. HUXLEY, membre de la Société royale de Londres.

Petit Dictionnaire des falsifications, avec moyens faciles pour les reconnaître, par DUFOUR.

La chasse et la pêche des animaux marins, par le capitaine de vaisseau JOUAN.

Les mondes disparus, par L. ZABOROWSKI.

Zoologie générale, par H. BEAUREGARD, aide naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, avec figures dans le texte.

ENSEIGNEMENT. — ÉCONOMIE DOMESTIQUE.

De l'éducation, par HERBERT SPENCER.

La statistique humaine de la France, par Jacques BERTILLON.

Le Journal, par HATIN.

De l'enseignement professionnel, par CORBON, sénateur. 3e édition.

Les délassements du travail, par Maurice CRISTAL. 2e édition.

Le budget du foyer, par H. LENEVEUX, anc. conseiller municipal de Paris.

Paris municipal, ses services publics et ses ressources financières, par le même.

Histoire du travail manuel en France, par le même.

L'art et les artistes en France, par Laurent PICHAT, sénateur. 4e édit.

Économie politique, par STANLEY JEVONS, professeur à l'University College de Londres; traduit de l'anglais par H. Gravez, ingénieur. 3e édition.

Le patriotisme à l'école. Guide populaire d'instruction patriotique et militaire, par JOURDY, capitaine d'artillerie.

Histoire du libre échange en Angleterre, par MONGREDIEN.

DROIT.

La loi civile en France, par MORIN. 3e édition.

La justice criminelle en France, par G. JOURDAN. 3e édition.

BOURLOTON. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.